

# **YLIOPISTO-OPISKELIJOIDEN KOKEMUKSIA MATEMATIIKKA KAIKKIALLA -KURSSILTA**

**Helsingin yliopisto  
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta**

**Pro gradu -tutkielma**

**2018**

**Tekijä: Fanni Tähtinen  
Oppiaine: Matematiikka  
Ohjaaja: Johanna Rämö**



# TIIVISTELMÄ

Tiedekunta – Fakultet – Faculty		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree programme
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Matematiikka, aineenopettaja
Tekijä – Författare – Author		
Fanni Tähtinen		
Työn nimi – Arbetets titel – Title		
Yliopisto-opiskelijoiden kokemuksia matematiikkaa kaikkialla -kurssilta		
Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
Pro Gradu -tutkielma	17.05.2018	40 sivua + liitteet
Tiivistelmä – Referat – Abstract		
<p>Tutkin Helsingin yliopistolla syksyllä 2017 järjestettyä Matematiikkaa kaikkialla kurssia. Kurssilla esiteltiin eri matematiikan osa-alueita ja sovelluskohteita. Kurssi koostui luennoista, ryhmätapaamisista, videomateriaaleista ja erilaisista kotitehtävistä. Kurssin aiheet pyrittiin pitämään yleistajuisina ja harjoitustehtävissä käytettiin paljon pelejä, askartelua ja havainnollistavia materiaaleja.</p> <p>Kurssilla oli noin sata opiskelijaa yhdeksästä eri pääaineesta. Heistä suurin osa oli Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan opiskelijoita. Melkein puolet opiskelijoista oli matematiikan pääaineopiskelijoita. Noin kolmasosa opiskelijoista oli opettajaopiskelijoita; tulevia aineenopettajia, erityisopettajia ja luokanopettajia. Tietojenkäsittelytieteen opiskelijoita oli kurssilla myös noin kolmasosa.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, minkälaisia kokemuksia opiskelijoilla on kurssista. Tutkimuskysymykseni ovat "Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?" ja "Mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssin aikana?". Tutkimukseni on laadullista tutkimusta. Laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on esitellä tutkittavaa ilmiötä kuvailevasti. Aineistona käytän kurssin loppukyselyn vastauksia, joita tutkin aineistolähtöisen sisällönanalyysin keinoin.</p> <p>Luokittelin opiskelijoiden vastaukset sisältöjen mukaan. Ensimmäisestä tutkimuskysymyksestä "Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?" muodostui kaksi alaluokkaa: "Matematiikan luonnetta käsittelevät vastaukset. 'Mitä matematiikka on?'" ja "Vastaukset, jotka käsittelevät vastaajaa itseään suhteessa matematiikkaan." Myös toisesta tutkimuskysymyksestä "Mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssin aikana?" muodostui kaksi alaluokkaa: "työelämä" ja "matematiikan sovellukset". Tulosoasioissa esittelin opiskelijoiden vastauksia näiden luokkien avulla.</p> <p>Tutkimuksessani selviää, että opiskelijat ovat oppineet matematiikan eri sovellusaloista ja työllisyysmahdollisuuksista. Suurin osa kurssin opettajaopiskelijoista koki, että olivat oppineet sellaista matematiikkaa, jota voivat hyödyntää tulevassa opettajan työssään. Osan opiskelijoista matematiikkakuva on pysynyt ennallaan, osan laajentunut ja osan muuttunut positiivisemmaksi kurssin aikana. Opiskelijoista noin kymmenen prosenttia kertoi kurssin lieventäneen heidän negatiivisia tuntemuksiaan tai pelkoaan matematiikkaa kohtaan.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
Matematiikkakuva, yliopisto-opetus		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Helsinki		
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information		

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	MATEMATIIKKA KAIKKIALLA –KURSSI.....	8
2.1	Kurssin rakenne ja sisältö .....	8
2.2	Kurssin opiskelijat .....	9
3	TEORIATAUSTAA.....	10
3.1	Matematiikkakuva.....	10
3.1.1	Matematiikkakuvaan vaikuttaminen.....	10
3.1.2	Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuva .....	10
3.2	Yliopistopedagogiikka .....	11
3.2.1	Andragogiikka .....	11
3.2.2	Matematiikan ainedidaktinen tutkimus .....	11
3.2.3	Matematiikan opettajan työssä tarvitsema tieto.....	12
3.2.4	Sisältö- vai oppimislähtöinen lähestymistapa opettamiseen?.....	13
3.3	Kurssilla käytetyistä opetusmenetelmistä .....	13
3.3.1	Tieteen yleistajuistaminen opetuksessa .....	13
3.3.2	Ryhmätyöskentely .....	14
3.3.3	Tieto- ja viestintätekniikan käyttö opetuksessa .....	14
3.3.4	Esseekirjoitus.....	14
4	AINEISTO.....	15
4.1	Loppukysely .....	15
5	TUTKIMUSKYSYMYKSET JA -MENETELMÄ .....	16
5.1	Tutkimuskysymykset .....	16
5.2	Menetelmä.....	16
5.2.1	Laadullisen tutkimuksen tekeminen .....	16
5.2.2	Aineistolähtöinen sisällönanalyysi .....	16
6	TUTKIMUKSEN TULOKSET .....	19
6.1	Opiskelijoiden taustatietoja.....	19
6.2	Opiskelijoiden vastausten luokittelu .....	21
6.3	Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten? .....	22
6.3.1	Matematiikan luonnetta käsittelevät vastaukset. ”Mitä matematiikka on?” .....	22
6.3.2	Vastaukset, jotka käsittelevät vastaajaa itseään suhteessa matematiikkaan.....	25
6.4	Mitä opiskelijat oppivat kurssin aikana?.....	27
6.4.1	Matematiikan sovellukset.....	27
6.4.2	Matemaatikoiden työllisyysmahdollisuudet.....	29
6.4.3	Eväitä tuleville matematiikan opettajille .....	29
7	POHDINTA.....	33
7.1	Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva?.....	33

7.2	Mitä opiskelijat oppivat kurssilla? .....	34
7.3	Onko tämä sitten hyvä kurssi? .....	34
7.4	Jatkotutkimusideoita .....	35
8	ARVIOINTI .....	36
8.1	Onko tutkimukseni hyödyllinen? .....	36
LÄHTEET.....		37
LIITEET.....		41

# 1 JOHDANTO

Helsingin yliopistolla järjestettiin syyslukukaudella 2018 Matematiikkaa kaikkialla –kurssi. Olin itse mukana kurssin järjestämisessä kurssiassistentin roolissa. Kurssin päätyttyä kurssin opettaja kysyi minulta, olisinko kiinnostunut tekemään Pro gradu –tutkielmani kurssista. Olin itse aiemmin osallistunut kurssille ryhmätapaamisten ohjaajana ja nyt auttanut suunnittelemaan kurssin sisältöjä ja tehtäviä kurssiassistenttina, joten kurssi ja se käytännöt olivat minulle tuttuja. Pro Gradu –tutkielman tekeminen kurssista tuntui luontevalta, joten tartuin haasteeseen. Tämän lisäksi Matematiikkaa kaikkialla –kurssi vaikutti mielenkiintoiselta tutkimuskohteelta sen heterogeenisen opiskelija-aineksen vuoksi.

Matematiikkaa kaikkialla on kaikille avoin matematiikan kurssi Helsingin yliopiston matematiikan laitoksella. Kurssilla esitellään eri matematiikan sovellusaloja ja tutustutaan matematiikkaa työssään käyttäviin ihmisiin. Kurssin aiheet pyritään pitämään yleistajuisina, niin että kuka tahansa voisi niitä ymmärtää. Kurssin opetuksessa käytetään paljon havaintovälineitä ja harjoitustehtävät ovat usein toiminnallisia. Kurssilla olikin opiskelijoita maisterivaiheen matematiikan pääaineopiskelijoista aina kotitalous-opettajaopiskelijoihin asti.

Opiskelijat vastasivat kurssilla loppukyselyyn. Tutkin opiskelijoiden vastauksia laadullisen tutkimuksen menetelmin. Aiheeksi rajautui opiskelijoiden kokemukset siitä, miten heidän matematiikkakuvansa on muuttunut kurssin aikana ja mitä kurssi on antanut heille. Tutkimuskysymyksiksi muotoutuivat:

1. Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?
2. Mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssin aikana?

Tutkimukseni aihe rajautui näihin kahteen kysymykseen suurimmalta osin sen takia, että opiskelijoiden täyttämässä kyselylomakkeessa he olivat vastanneet laajemmin matematiikkakuvaa koskevaan kysymykseen, kuin muihin kysymyksiin. Sain siis vastauksista melko kattavan kuvan heidän kokemuksistaan kurssilla.

Matematiikkakuva muodostuu yksilön käsityksistä siitä, millaisena hän kokee matematiikan ja siitä, miten hän kokee itsensä suhteessa matematiikkaan (Kaasila, Laine, & Pehkonen, 2004). Matematiikkakuva muodostuu suurimmilta osin peruskoulun aikana, mutta myös yliopisto-opinnoissa on mahdollista vielä vaikuttaa opiskelijoiden

matematiikkakuvaan. Koulussa opettajan negatiivinen matematiikkakuva siirtyy helposti oppilaille. (Lindgren, 2004) Tämän takia olisi erityisen tärkeää, että opettajaopiskelijoiden matematiikkakuva olisi positiivinen, kun he astuvat työelämään opettajina.

## 2 MATEMATIIKKA KAIKKIALLA -KURSSI

Matematiikkaa kaikkialla –kurssi on viiden opintopisteen suuruinen kurssi, joka kuuluu matemaattisten tieteiden kandiohjelmaan. Kurssilla tutustutaan matematiikan merkitykseen ja sovelluksiin yhteiskunnassa. Kurssi koostuu luennoista, ryhmätapaamisista, itenäisestä opiskelusta ja erilaisista kotitehtävistä. Tämän kappaleen tiedot ovat kurssin Moodle-sivulta ja kurssin kotisivulta (Matematiikkaa kaikkialla, syksy 2017.2017; Matematiikkaa kaikkialla.2017).

### 2.1 Kurssin rakenne ja sisältö

Syksyllä 2017 kurssi järjestettiin kahden periodin pituisena. Kurssi koostui seuraavista pakollisista osista: luennot, ryhmätapaamiset, Moodlessa julkaistuihin materiaaleihin tutustuminen, niihin liittyvät minitestit, kirjoitelmat ja loppukysely. Hyväksytyn suorituksen vaatimuksena oli luennoilla ja ryhmätapaamisissa läsnäolo 80 prosentilla kerroista ja 80 prosenttia pisteistä minitesteistä.

Kurssiin kuului seitsemän 1,5 tunnin luentoa. Luennot pidettiin noin 2-3 viikon välein. Jokaisella luennolla oli eri vieraileva luennoitsija. Luennoitsijat edustivat matematiikan eri osa-alueita ja sovellusaloja. Luennoitsijat kertoivat luennoilla muun muassa itseään kiinnostavista matematiikan sovelluksista ja työstään matemaatikkona. Luentojen aiheet olivat kuvankäsittely, matematiikka ja taide, algebran sovellukset, rokotteet, tilastot, logiikka ja Inkojen matematiikka.

Ryhmätapaamisia oli yhteensä 11 kertaa. Tapaamiset pidettiin kerran viikossa ja ne kestivät 1,5 tuntia. Opiskelijat saivat valita itselleen sopivan ajankohdan useammasta eri ryhmästä. Opiskelijoiden oli myös mahdollista vierailla muissa ryhmissä. Ryhmissä oli 2-3 ohjaajaa ryhmän koosta riippuen. Tapaamisissa tehtiin yhdessä tehtäviä ja erilaisia aktiviteetteja tehtävämonisteesta. Tehtävissä ja aktiviteeteissa painotettiin pari- ja ryhmätyöskentelyä, sekä havainnollistusta erilaisten matemaattisten apuvälineiden ja pelien avulla. Ryhmätapaamisten aiheita olivat muun muassa valokuvaus, salakirjoitus, fraktaalit, kombinatoriikka, algebra, topologia ja taikatemput. Osa ryhmätapaamisten aiheista liittyivät kyseisen viikon luennolla käsiteltyihin aiheisiin ja osa oli erillisiä aiheita.

Matematiikkaa kaikkialla –kurssin yhteydessä järjestettiin Opiskelijälähtöinen ohjaaminen –kurssi. Opiskelijälähtöinen ohjaaminen –kurssin opiskelijat toimivat ryhmätapaamisten ohjaajina. Opiskelijälähtöinen ohjaaminen –kurssin tavoitteena on oppia ohjaamaan toisia opiskelijoita opiskelijälähtöisesti ja kehittää itseään ohjaajana.

Kurssin Moodle-sivulla julkaistiin kerran viikossa materiaali omatoimiseen opiskeluun. Materiaali koostui sekä videoista, että erilaisista teksteistä. Materiaaliin tutustumisen jälkeen opiskelijat tekivät kurssin Moodle-sivulla minitestin aiheesta. Minitestien tarkoituksena oli varmistaa, että opiskelijat olivat käyneet materiaalit läpi, mutta myöskin syventää ja jäsenellä heidän tietoaan materiaalien aiheista. Materiaalien aiheet olivat samoja kuin luennoilla ja ryhmätapaamisissa.

Kurssin aikana opiskelijat kirjoittivat kaksi kirjoitelmaa. Ensimmäinen kirjoitelma tehtiin kurssin alussa. Tehtävänä oli kirjoittaa 150-400 sanaa aiheesta ”Minkälainen kuva sinulla on matematiikasta?”. Toisen kirjoitelman aiheena oli naismatemaatikot.



Tehtävänä oli kirjoittaa noin 1000 sanan essee aiheesta ”Naismatemaatikon asema ennen ja nyt”.

Kurssin lopuksi opiskelijat täyttivät kurssin Moodle-sivulla loppukyselyn. Kyselyssä he pohtivat muun muassa, miten heidän käsityksensä matematiikasta on muuttunut kurssin aikana ja antoivat palautetta kurssin eri osa-alueista. Tämän loppukyselyn vastauksia käytin tutkimukseni aineistona.

## **2.2 Kurssin opiskelijat**

Kurssilla oli opiskelijoita Kumpulan, Keskustan ja Viikin kampuksilta, sekä avoimen yliopiston kautta. Suurin osa opiskelijoista oli kuitenkin Kumpulan kampukselta. Kolmasosa opiskelijoista oli opettajaopiskelijoita.

Matemaattisten tieteiden kandiohjelman opiskelijoille kurssi on vapaavalintainen, mutta sen saa sisällyttää työelämäopintoihin. Matematiikan opettajaksi opiskeleville kurssi on pakollinen matematiikan opetuksen opinto. Muille opiskelijoille kurssi on vapaasti valittava matematiikan sivuaineopinto. Sen voi liittää osaksi Matemaattisten tieteiden kandiohjelmassa suoritettavaa sivuainekokonaisuutta.

### 3 TEORIATAUSTAA

#### 3.1 Matematiikkakuva

Kaasila, Laine ja Pehkonen (2004) määrittelevät matematiikkakuvan niin, että se koostuu käsityksestä itsestä suhteessa matematiikkaan ja käsityksestä siitä, mitä matematiikka on (Kaasila et al., 2004).

Huhtala ja Laine kertovat artikkelissaan (2004) matematiikkakuvasta ja sen muo-  
dostumisesta. Matematiikkakuva koostuu tiedosta, uskomuksista, asenteista ja tunteista.

Matematiikkakuvaan liittyy sekä objektiivista, että subjektiivista tietoa. Objektiivinen tieto on yleisesti totena pidettyjä ”faktoja”, matemaattista tietämystä. Subjektiivinen tieto on oppilaan itsensä kehittämää teoriaa ja muistisääntöjä, jotka eivät välttämättä ole täysin totta. Esimerkki subjektiivisesta tiedosta on oppilaan itse kehittämä miniteoria, jonka avulla hän selkeyttää monimutkaista asiaa. Miniteoria toimii useimmiten, mutta se ei pidä aina paikkansa. Miniteoria voi liittyä esimerkiksi jakolaskuun.

Matematiikkakuvaan vaikuttavat uskomukset ovat oppilaan itsensä käsityksiä siitä, millaista matematiikka on. Se voi olla uskomus siitä, minkälaiset ihmiset voivat pärjätä matematiikassa tai uskomus matematiikan luonteesta. On yleistä, että oppilaat eivät ole tietoisia uskomuksistaan.

Matematiikkakuvaan vaikuttavat asenteet ovat voimakkaita tunteita sisältäviä mielipiteitä. Nämä asenteet voivat koskea esimerkiksi matematiikan tärkeyttä tai omia matemaattisia taitoja.

Tunteilla tässä tarkoitetaan yksittäisissä tilanteissa ilmeneviä tunteita matematiikkaa kohtaan. Jos oppilas kokee negatiivisia tuntemuksia jatkuvasti, vaikuttaa se hänen matematiikkakuvaansa. (Huhtala & Laine, 2004)

##### 3.1.1 Matematiikkakuvaan vaikuttaminen

Lindgren kertoo artikkelissaan (2004) matematiikkakuvan muuttamisesta. Opettajan matematiikkakuva vaikuttaa ratkaisevasti oppilaan matematiikkakuvaan. Opettajan negatiiviset asenteet siirtyvät helposti oppilaalle. Tämän takia pidetään tärkeänä, että tulevien opettajien matematiikkakuvaa pyritään muuttamaan positiivisemmaksi, jos heidän kuva matematiikasta on negatiivinen. Matematiikkakuvan muuttaminen on hidasta ja vaikeaa, ja suurin merkitys matematiikkakuvan muotoutumisessa on kouluajan kokemuksilla. Matematiikkakuvaa on kuitenkin mahdollista muuttaa esimerkiksi yliopistolla saatujen positiivisten kokemusten kautta. (Lindgren, 2004)

##### 3.1.2 Luokanopettajaopiskelijoiden matematiikkakuva

Luokanopettajien matematiikkakuva vaikuttaa oppilaiden asenteisiin matematiikkaa kohtaan ja käsitykseen matematiikasta. Jos opettajan suhtautuminen matematiikkaan on negatiivinen, tarttuu tämä suhtautuminen helposti oppilaille. Luokanopettajaopiskelijat voivat saada matematiikkakuvaan vaikuttavia kokemuksia opintojensa aikana matematiikkaa käsittelevillä kursseilla, opetusharjoittelussa tai sijaisuuksia tehdessään. Matematiikkakuvaan voivat vaikuttaa positiivisesti esimerkiksi onnistumisen kokemus, innostuminen tai matematiikan kokeminen tarpeelliseksi. Matematiikkakuvan muutokseen

vaikuttavat myös sosiaaliset elementit, kuten opettajan tai muiden opiskelijoiden mieltä. (Kaasila et al., 2004)

## 3.2 Yliopistopedagogiikka

Nevgi ja Lindblom-Ylänne kertovat teoksessaan Yliopisto-opettajan käsikirja yliopistopedagogiikasta, sen synnystä ja asemasta tieteenalana. Yliopistopedagogiikka on korkeakoulupedagogiikan alainen tieteenala, jonka tarkoituksena on kuvata ja tutkia yliopistoissa tapahtuvaa opetusta ja oppimista. Yliopistopedagogiikka yleistyi käsitteenä 1900-luvulla. Yliopistopedagogiikkaan liittyy vahvasti kasvatustiede, sekä monet muut käyttäytymis- ja yhteiskuntatieteet. (Nevgi & Lindblom-Ylänne, 2011)

Aaltola kuvailee yliopistossa aloittavia opiskelijoita. He ovat taustoiltaan erilaisia aikuisia, jotka yliopistonkoulutuksen aloittaessaan astuvan uuteen maailmaan, jossa on omat toimintatapansa. Nämä toimintatavat ovat joillekin täysin kummallisia ja vaativat totuttelua. Aaltola kuvailee yleistä opiskelijan kokemusta yliopistosta: ”Varsin yleinen opiskelijan kokemus vieläkin on, että liikkuessaan yliopiston tiloissa hän käyskentelee kuin virastossa, jossa neuvotaan ja selitetään, jos löytää oikean oven ja rohkenee kysyä.” Aaltolan mukaan yliopisto-opettajien pitäisi olla helpommin lähestyttäviä, jotta opiskelijat pääsisivät paremmin osaksi tiedeyhteisöä. Hän kertoo myös parannusehdotuksia, joiden avulla opiskelijat saisivat enemmän irti yliopisto-opiskelusta. Tiedon ei pitäisi merkitä opiskelijoille asioita, jotka täytyy muistaa tenttiä varten, vaan jotain syvällisempää. Opetuksessa tulisi keskittyä tiedon soveltamiseen, jolloin opetus sopisi paremmin erilaisille opiskelijoille. (Aaltola, 1995)

### 3.2.1 Andragogiikka

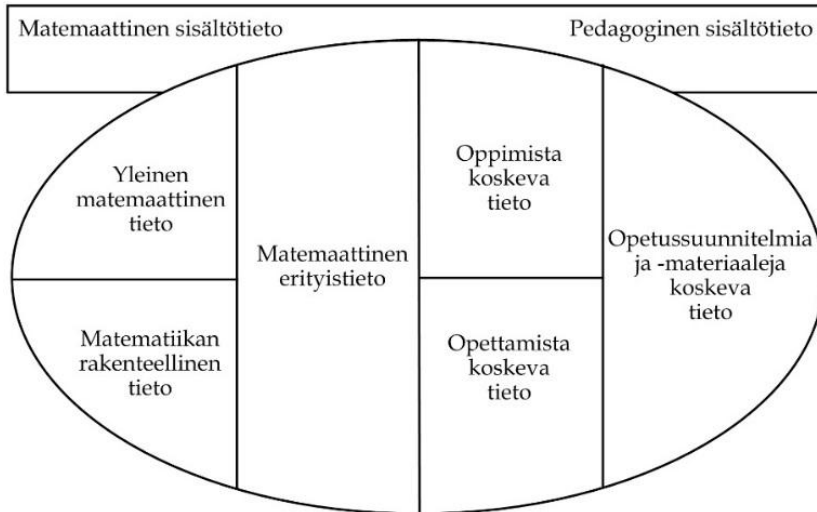
Aikuisten opettamiseen suuntautuvaa tieteenalaa on myös kuvattu nimellä andragogiikka. Andragogisen ajattelun esi-isinä nähdään antiikin suuret filosofit. Andragogiikka sanana tulee kreikankielen sanoista andros (aikuinen) ja agein (ohjata). Malcolm Knowles vakiinnutti termin aikuisen oppimisen ohjaamista kuvaavana mallina 1970- ja 1980-luvuilla. Andragogiikka perustuu vahvasti oletukselle, että aikuinen on oppijana itseohjautuva ja opettajan rooli on ohjata oppimista. (Koro, 1995) Knowlesin mukaan itseohjautuvan oppimisen onnistumiseksi oppimisympäristöltä tarvitaan oppijan ja ohjaajan välistä molemminpuolista kunnioitusta, siirtymistä yksilökeskeisyydestä yhteisöllisyyteen ja perinteisen kilpailuasetelman poistamista (Knowles, 1980).

### 3.2.2 Matematiikan ainedidaktinen tutkimus

Matematiikan opetusta on tutkittu Suomessa aktiivisesti 1960-luvulta lähtien. Teemoja, joita matematiikan opetuksessa on tutkittu paljon, ovat muun muassa matemaattisten uskomusten vaikutus opetukseen ja oppimiseen, ongelmanratkaisun opettaminen, käsitteenmuodostus matematiikan oppimisessa, matematiikan oppimisvaikeudet ja erot tyttöjen ja poikien matemaattisessa osaamisessa. (Malinen & Pehkonen, 2004)

### 3.2.3 Matematiikan opettajan työssä tarvitsema tieto

Ball, Thames ja Phelps (2008) ovat kehittäneet mallin matematiikan opettajan tarvitsemasta tiedosta. Mallin nimi on Mathematical Knowledge for Teaching eli MKT (kuva 1).



Kuva 1 Matematiikan opettajan tarvitsema tieto (Ball, Thames, Phelps, 2008; Suomentanut: Koponen, Asikainen, Viholainen, Hirvonen, 2015)

Ballin ym. mukaan malliin kuuluu kuusi osa-aluetta: kolme matemaattiseen sisältötietoon ja kolme pedagogiseen tietoon liittyvää. He jakavat matemaattisen sisältötiedon yleiseen matemaattiseen tietoon, matemaattiseen rakenteelliseen tietoon ja matemaattiseen erityistietoon ja pedagogisen sisältötiedon oppimista, opettamista ja opetussuunnitelmia ja –materiaaleja koskevaan tietoon.

Yleinen matemaattinen tieto on tietoa matematiikasta, joka ei liity välttämättä opettamiseen, vaan sitä voidaan hyödyntää myös muilla aloilla (Hill, Ball, & Schilling, 2008). Matematiikan rakenteellinen tieto sisältää tiedon matematiikan rakenteesta, sekä matemaattisten käsitteiden rakentumisesta (Ball et al., 2008). Matemaattisella erityistiedolla tarkoitetaan sellaista matemaattista tietoa, jota tarvitaan matematiikan opettamisessa, mutta ei muilla matematiikkaa hyödyntävillä aloilla. Matemaattista erityistietoa tarvitaan esimerkiksi kokeiden tarkastamisessa. (Koponen, Asikainen, Viholainen, & Hirvonen, 2015)

Pedagoginen sisältötieto on MKT-mallissa (Ball et al., 2008) jaettu oppimista, opettamista ja opetussuunnitelmia ja –materiaaleja koskevaan tietoon. Oppimista koskevaan tietoon kuuluu tietoa siitä, minkälaisia oppimisteorioita on olemassa ja miten oppiminen tapahtuu (Koponen et al., 2015). Opettamista koskeva tieto on tietoa, jonka avulla opettajat edistävät oppilaiden oppimista (Ball et al., 2008). Tähän kuuluu muun muassa se, mitä tietoa opettaja päättää jakaa oppilaille. Opetussuunnitelmia koskevaa tietoa opettaja tarvitsee pystyäkseen soveltamaan opetussuunnitelmaa omassa opetuksessaan. Opetusmateriaaleja koskevaa tietoa opettaja tarvitsee, jotta hän osaa käyttää erilaisia opetusmateriaaleja ja –välineitä pedagogisesti hyödyllisesti. (Koponen et al., 2015)

Koponen, Asikainen, Viholainen ja Hirvonen (2015) tutkivat matematiikan opettajien kokemuksia siitä, minkälaisen hallinnan he olivat saaneet MKT-mallin eri osa-

alueista yliopisto-opinnoissaan. Vastaajat olivat Itä-Suomen yliopistosta vuosina 2002–2012 valmistuneita matematiikan aineenopettajia.

Vastaajat kokivat, että matematiikan sisältötiedon osa-alueista he hallitsivat parhaiten yleisen matemaattisen tiedon. He kokivat, että yliopistomatematiikan ja koulumatematiikan välillä on kuilu, eivätkä he näe selkeää yhteyttä näiden kahden välillä. Koponen ym. tarjoavat tähän ratkaisuksi sitä, että yliopistomatematiikassa pyritäisiin nostamaan käsiteltävien aiheiden yhteys koulumatematiikkaan esille aina kun se on mahdollista ja, että yliopisto-opintojen loppuvaiheessa keskityttäisiin yhteyden luomiseen yliopistolla opitun matematiikan ja koulumatematiikan välille.

Tutkimuksen vastaajat toivoivat, että matematiikan opettajiksi opiskelevien opetus järjestettäisiin erillään matemaatikoiksi opiskelevien opinnoista, koska tulevat opettajat tarvitsevat matemaattista erityistietoa, jota muut matemaatikot eivät tarvitse. Vastaajat olivat sitä mieltä, että he tarvitsisivat opettajan työssä laajempaa tietämystä koulumatematiikasta. He mainitsivat tietonsa olevan puutteellista muun muassa geometriassa.

### **3.2.4 Sisältö- vai oppimislähtöinen lähestymistapa opettamiseen?**

Postareff ja Lindblom-Ylänne tutkivat yliopisto-opettajien suhtautumista opettamiseen. Tutkimuksessa selvisi, että yliopisto-opettajan lähestymistapa opettamiseen on joko sisältölähtöinen tai oppimislähtöinen. Sisältölähtöiselle opettajalle tärkeää on opetussisällön siirtyminen opiskelijoille. Hän suunnittelee opetuksensa sisältö edellä ja arvioi oppilaita sen perusteella, muistavatko he opetetun sisällön. Hänelle on tärkeää auktoriteettiaseman säilyminen opetustilanteessa. Oppimislähtöinen opettaja taas suunnittelee opetuksensa oppiminen tärkeimpänä päämääränä. Hän haluaa luoda positiivisen ja turvallisen oppimisympäristön, jossa opiskelijat ja opettaja ovat tasavertaisessa asemassa. Hän on kiinnostunut opettamisesta ja haluaa kehittyä opettajana. (Postareff & Lindblom-Ylänne, 2008)

Postareff, Lindblom-Ylänne ja Nevgi pitävät oppimislähtöistä lähestymistapaa parempana vaihtoehtona. Oppimislähtöinen opetus on joustavampaa, ja näin ollen mahdollistaa paremmin erilaisten oppijoiden oppimisen. Opiskelija saa itse vaikuttaa siihen, mitä oppii, jolloin opiskelu on motivoivampaa. (Postareff, Lindblom-Ylänne, & Nevgi, 2011)

## **3.3 Kurssilla käytetyistä opetusmenetelmistä**

### **3.3.1 Tieteen yleistajuistaminen opetuksessa**

Tieteen yleistajuistaminen tarkoittaa sitä, että asiantuntija puhuu tieteenalastaan yleiskielellä niin, että ihmiset, jotka eivät ole tutustuneet kyseiseen tieteenalaan, voivat ymmärtää puhujaa. Yliopisto-opetuksessa yleistajuistamista tapahtuu kahdessa eri konseptissa: aloittelevia opiskelijoita opettaessa, sekä muiden alojen opiskelijoita opettaessa esimerkiksi sivuaineopinnoissa tai tieteenaloja yhdistävissä opinnoissa. Hyvä yliopisto-opettaja pystyy esittelemään monimutkaisen teorian niin, että opiskelija ymmärtää mistä on kyse. Hän käyttää opetuksessaan konkreettisia esimerkkejä ja käyttää tieteellistä terminologiaa harkiten. Tieteen yleistajuistaminen on myös tärkeää tieteenalojen välisessä yhteistyössä. (Nevgi, 2013; Strellman & Vaattovaara, 2013)

### 3.3.2 Ryhmätyöskentely

Sosiaalisissa oppimistilanteissa, kun opiskelijat jakavat ajatuksiaan, ideoitaan ja mielipiteitään toistensa kanssa, tulevat omat ajatukset paremmin näkyville myös itselleen (Rauste-von Wright & von Wright, 1994) Ryhmässä, jonka jäsenillä on erilaiset taustat, jokainen jäsen tuo oman osaamisensa ryhmän avuksi (Suortamo, 1995) Ryhmätyöskentely voi auttaa oppilaita opinnoissa alkuun pääsemisessä, kun on joku jonka kanssa jakaa kokemus (Asikainen, 1994). Opiskelijat kuitenkin uskaltavat lähteä mukaan ryhmätyöskentelyyn vain, jos he kokevat olonsa turvalliseksi oppimisympäristössä. Tähän auttaa esimerkiksi tutustuminen muihin ryhmän jäseniin (Repo-Kaarento, Levander, & Nevgi, 2011).

### 3.3.3 Tieto- ja viestintätekniikan käyttö opetuksessa

Löfström ja Nevgi kuvailevat artikkelissaan (2011) verkko-opetusta ja siihen liittyviä yleisiä ongelmia. Verkko-opetus on sellaista opetusta, jossa suurin osa kurssin vuorovaikutuksesta tapahtuu verkon välityksellä. Yleisempää on kuitenkin se, että verkkosivut ja –ympäristöt ovat osa opetusta ja niitä ei käytetä niinkään vuorovaikutukseen, vaan aineiston jakamiseen, töiden palautukseen ja itsenäiseen työskentelyyn. Itse vuorovaikutus tapahtuu edelleen suurimmaksi osaksi kasvotusten, joka on luonnollisempaa kuin verkossa viestien kirjoittaminen. Verkko-opetuksessa onkin osoittautunut haasteeksi vuorovaikutus. Verkossa vuorovaikutus on usein formaalimpaa ja väärinkäsityksien riski kasvaa, kun ei olla kasvokkain. Verkko-opetuksen yhdistämisessä lähiopetukseen hyvinä puolina on opiskelijoiden vapaus valita itse missä ja milloin opiskelevat, sekä tiedon jakamisen nopeus ja helppous. (Lofstrom & Nevgi, 2011)

### 3.3.4 Esseekirjoitus

Esseekirjoitus auttaa opiskelijaa yhdistämään uuden tiedon aiemmin opittuun tietoon, liittämään omia ajatuksia opittuun tietoon ja ylipäättänsä jäsentämään tietoa itselleen merkitykselliseksi kokonaisuudeksi. Kirjoitustehtävät kannustavat opiskelijaa ymmärtämään käsiteltävää aihetta syvällisesti. (Lonka & Lonka, 1993)

## 4 AINEISTO

Aineistona käytän kurssin lopussa opiskelijoille teetettyä kyselyä (LIITE 1). Kyselyyn vastaaminen oli edellytyksenä kurssin läpipääsyyn. Kysely toteutettiin e-lomakkeena weboodin kautta. Kysely on kurssin opettajan tekemä. En siis ole itse vaikuttanut kysymysten laatimiseen.

### 4.1 Loppukysely

Kyselyssä oli yhteensä 17 kysymystä. Kysymyksistä yhdeksän oli avoimia kysymyksiä, kuusi suljettuja kysymyksiä ja kaksi kysymystä koskivat vastausten käyttöä tutkimuskäyttöön.

Opiskelijoilta kysyttiin taustatietoja: muun muassa pääainetta ja opintojen aloitusvuotta. Heitä pyydettiin arvioimaan sekä arvosanoilla 1-5, että sanallisesti kurssin eri osa-alueita. Näiden lisäksi heiltä kysyttiin, onko heidän kuvansa matematiikasta muuttunut. Tämä oli kysymys, jota tutkin tutkimuksessani.

Kyselyyn vastasi yhteensä 119 opiskelijaa. Heistä 13 ei antanut lupaa vastaustensa käyttöön tutkimuksessa. Näiden kolmentoista opiskelijan vastausten poistamisen jälkeen vastauksia on jäljellä 106:lta opiskelijalta.

## 5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA -MENETELMÄ

### 5.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?
2. Mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssin aikana?

Ensimmäisessä kysymyksessä pohdin sitä, miten opiskelijat kuvailivat suhdettaan matematiikkaan ja toisaalta sitä, miten he kuvasivat itseään matematiikan opiskelijana. Toisessa kysymyksessä etsin vastauksia siihen, mitä konkreettisia asioita opiskelijat kertoivat oppineensa kurssilla.

### 5.2 Menetelmä

Käytän menetelmäoppaana Jouni Tuomen ja Anneli Sarajärven kirjaa Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi (Tuomi & Sarajärvi, 2018). Valitsin kirjan, koska tekemäni tutkimus on laadullista tutkimusta ja ohjaajani suosittelee kyseistä kirjaa minulle. Analysoin aineistoa aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä.

#### 5.2.1 Laadullisen tutkimuksen tekeminen

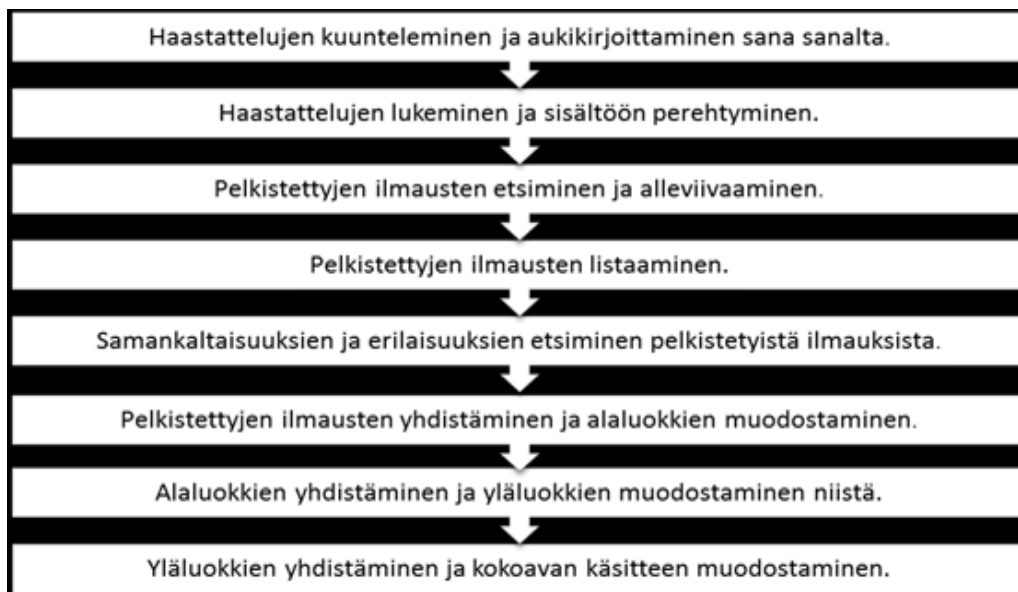
Tuomen ja Sarajärven (2018) (s.98) mukaan laadullisessa tutkimuksessa ei pyritä tekemään yleistä aineistosta, vaan perimmäisenä tarkoituksena on tutkittavan ilmiön kuvaaminen. Käytän tätä ohjenuorana tutkimuksessani.

#### 5.2.2 Aineistolähtöinen sisällönanalyysi

Milesin ja Hubermanin (1994) mukaan aineistolähtöisen laadullisen aineiston analyysi on kolmivaiheinen prosessi. Prosessin vaiheet ovat aineiston redusointi eli pelkistäminen, aineiston klusterointi eli ryhmittely ja abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen. Kuvassa 2 on esitetty aineistolähtöisen analyysin eteneminen yksityiskohtaisesti. Käytin tekemässäni analyysissä tätä ohjenuorana.

Aloitin analyysin poistamalla vastausten joukosta ne, joiden kirjoittajat eivät olleet antaneet lupaa vastaustensa käyttöön tutkimuksessa. Sen lisäksi poistin aineistosta vastaajien nimet, sähköpostiosoitteet ja opiskelijanumerot. Merkitsin vastaajia numeroilla 1, 2, 3... anonyymiteetin säilyttämiseksi.





Kuva 2 (Tuomi & Sarajärvi, 2018)

Tämän jälkeen luin kaikki vastaukset läpi. Päätin keskittyä tutkimuksessani kyselyn kohtaan 4: ”Onko kuvasi matematiikasta muuttunut? Jos on niin miten?”. Kyseessä oli avoin kysymys, johon suurin osa vastaajista oli vastannut melko pitkästi. Matematiikkakuvan muutoksen pohdinnan lisäksi vastaajat olivat kertoneet tässä kohdassa mitä olivat oppineet kurssin aikana ja miten he kokivat hyötyvänsä kurssista tulevaisuuden kannalta. Piilotin aineistosta kyselyn muut kohdat ja keskityin tähän kysymykseen.

Seuraavaksi listasin pelkistettyjä ilmauksia vastauksista. Ilmaukset olivat:

1. ”Matematiikkakuvani on muuttunut.”
2. ”Ymmärryksen matematiikasta on laajentunut.”
3. ”Kurssi on lisännyt mielenkiintoani matematiikkaa kohtaan.”
4. ”Kurssi auttoi näkemään matematiikan luovan/kevyemmän puolen.”
5. ”Kuvani matematiikasta ei juurikaan muuttunut.”
6. ”Olen saanut lisää tietoa työllisyysmahdollisuuksista.”
7. ”Olen saanut välineitä opettajan työhön.”
8. ”Inho/pelko matematiikkaa kohtaan on vähentynyt.”
9. ”Käsitykseni matemaatikoista ihmisinä muuttui positiivisemmaksi.”
10. ”Opin matematiikan luonnollisuudesta, matematiikka ei ole ihmisten keksimää.”
11. ”Innostuin puhumaan jostain aiheesta kotona/ottamaan lisää selvää.”

Kävin aineiston uudestaan läpi, ja tällä kertaa tummensin kunkin pelkistettyä ilmausta vastaavan kohdan vastauksista ja merkitsin niitä numeroilla 1-11. Kun olin lue-  
nut uudestaan läpi kaikki vastaukset, muokkasinkin pelkistettyjä ilmauksia vastaamaan pa-  
remmin aineistoa. Osan ilmauksista jaoin pienempiin osiin ja joitakin ilmauksia yhdistin  
yhdeksi ilmaukseksi. Merkitsin uudet pelkistetyn ilmauksen numeroin 1-12:

1. ”Ymmärryksen matematiikasta on laajentunut.”
2. ”Kurssi on lisännyt mielenkiintoani matematiikkaa kohtaan.”
3. ”Kurssi auttoi näkemään matematiikan luovan/kevyemmän puolen.”
4. ”Kuvani matematiikasta ei juurikaan muuttunut.”
5. ”Olen saanut lisää tietoa työllisyysmahdollisuuksista/matemaatikon työstä.”
6. ”Olen saanut välineitä opettamiseen.”
7. ”Inho/pelko matematiikkaa kohtaan on vähentynyt.”

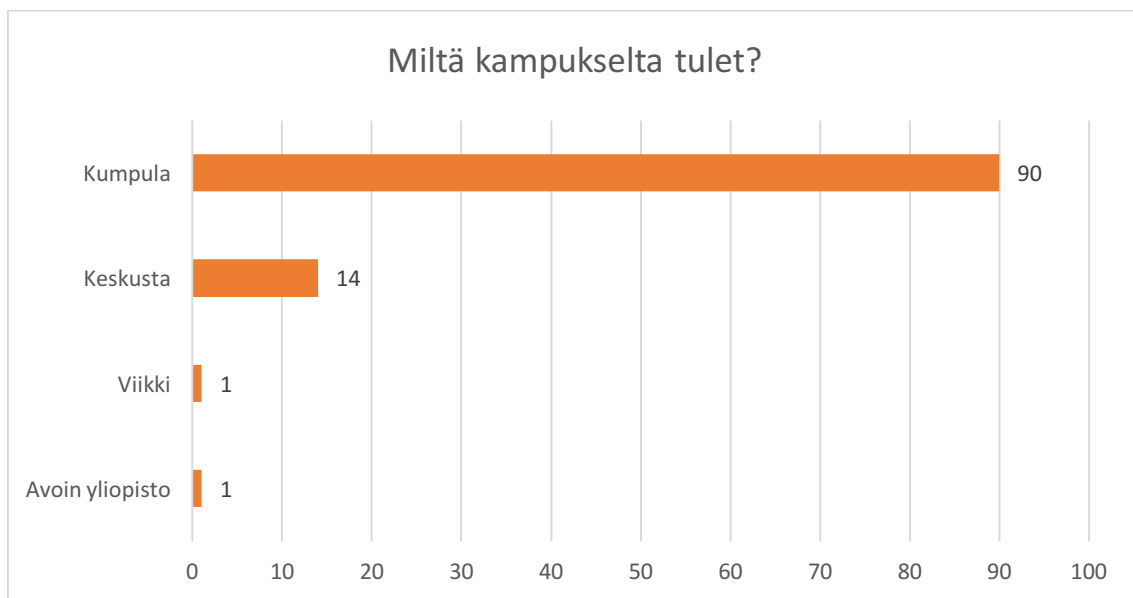
8. ”Opin matematiikan sovelluksista ja sovellusaloista.”
9. ”Opin näkemään matematiikkaa arkisissa asioissa/luonnossa/kaikkialla.”
10. ”Kuvani matematiikasta on muuttunut.”
11. ”Innostuin jostain kurssin osa-alueesta. Kerroin kaverille/otin lisää selvää/tein kotona.”
12. ”Kunnioitukseni matematiikkaa kohtaan kasvoi.”

Seuraavaksi yhdistin pelkistetyt ilmaukset alaluokiksi ja alaluokat vielä yläluokiksi. Lopulta kaikki pelkistetyt ilmaukset vastasivat jompaankumpaan kahdesta kysymyksestä: ”Miten matematiikkakuvani muuttui kurssin aikana?” tai ”Mitä opin kursilla?”.

## 6 TUTKIMUKSEN TULOKSET

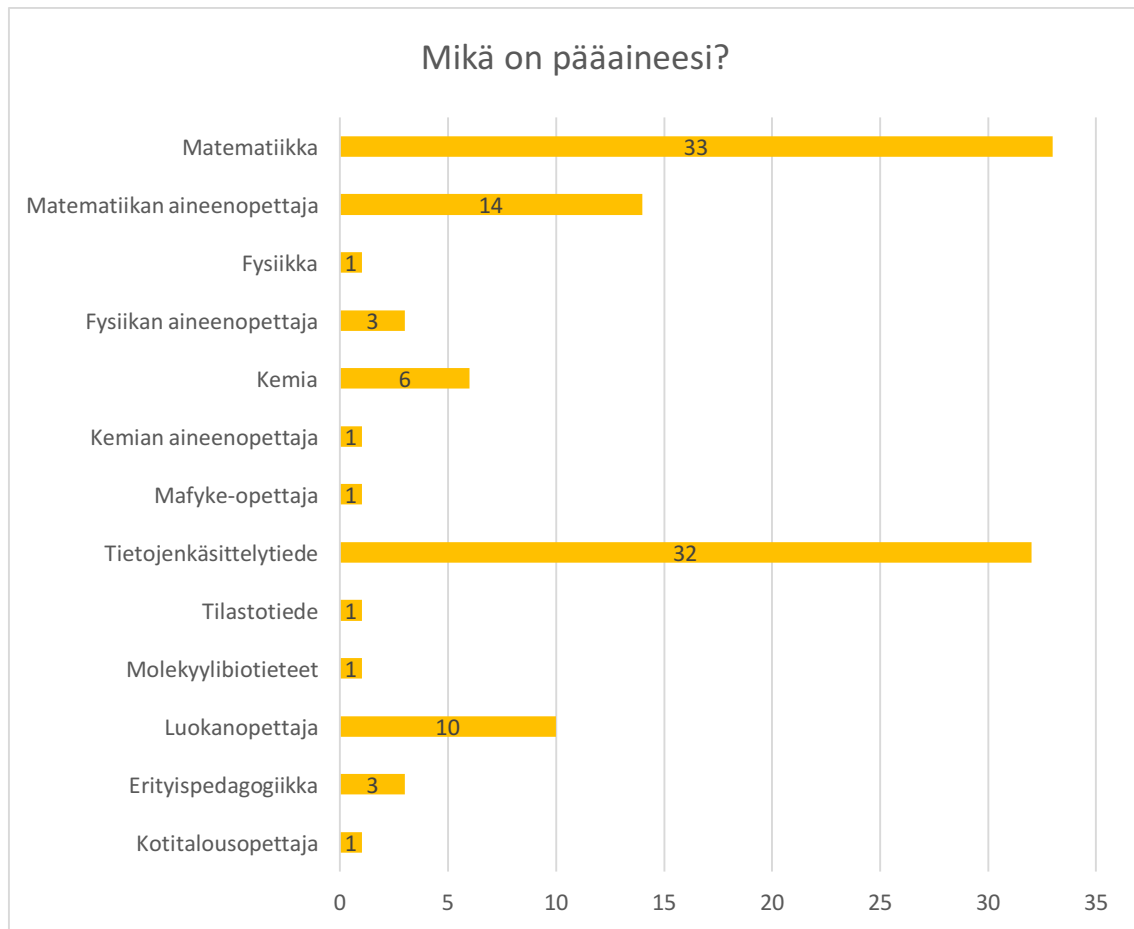
### 6.1 Opiskelijoiden taustatietoja

Taulukossa 1 näkyy miltä kampuksilta kurssin opiskelijat tulivat. Opiskelijoista suurin osa (85%) tuli Kumpulan kampukselta. Opiskelijoita oli myös Keskustan ja Viikin kampuksilta, sekä avoimen yliopiston kautta.



Taulukko 1

Noin kolmasosa kurssin opiskelijoista oli ensimmäisen vuoden opiskelijoita. Taulukossa 2 esittelen, kuinka paljon eri aineiden opiskelijoita kurssilla oli. Kurssin opiskelijoista 30 prosenttia oli matematiikan pääaineopiskelijoita. Kurssilla oli opiskelijoita kolmesta toista eri pääaineesta. Heistä 30 prosenttia opiskeli opettajaksi (matematiikan, fysiikan tai kemian aineenopettajaksi, luokanopettajaksi, erityisopettajaksi tai kotitalousopettajaksi).



Taulukko 2

## 6.2 Opiskelijoiden vastausten luokittelu

Taulukossa 3 havainnollistan sitä, miten opiskelijoiden vastauksista saadut pelkistetyt lauseet yhdistyvät alaluokiksi ja alaluokat yläluokiksi. Saadut yläluokat vastaavat tutkimuskysymyksiini. Pelkistettyjen lauseiden perään on merkitty suluissa, kuinka suuri osa opiskelijoista oli kertonut sen vastauksessaan.

"Ymmärrykseni matematiikasta on laajentunut." (44%)	Matematiikan luonnetta käsittelevät vastaukset. "Mitä matematiikka on?"	"Miten matematiikkakuvani muuttui kurssin aikana?"
"Kurssi auttoi näkemään matematiikan luovan/kevyemmän puolen." (25%)		
"Kuvani matematiikasta ei juurikaan muuttunut." (55%)		
"Opin näkemään matematiikkaa arkisissa asioissa/luonnossa/kaikkiällä." (42%)		
"Kuvani matematiikasta on muuttunut." (12%)		
"Kurssi on lisännyt mielenkiintoani matematiikkaa kohtaan." (18%)	Vastaukset, jotka käsittelevät vastaajaa itseään suhteessa matematiikkaan.	
"Inho/pelko matematiikkaa kohtaan on vähentynyt." (10%)		
"Innostuin jostain kurssin osa-alueesta. Kerroin kaverrille/otin lisää selvää/tein kotona." (15%)		
"Kunnioitukseni matematiikkaa kohtaan kasvoi." (5%)		
"Olen saanut lisää tietoa työllisyysmahdollisuuksista/matemaatikon työstä." (14%)	Työelämä.	"Mitä opin kurssilla?"
"Olen saanut välineitä opettamiseen." (33%)		
"Opin matematiikan sovelluksista ja sovellusaloista." (52%)	Matematiikan sovellukset.	

Taulukko 3

### 6.3 Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?

#### 6.3.1 Matematiikan luonnetta käsittelevät vastaukset. ”Mitä matematiikka on?”

Opiskelijoista 44% kertoi ymmärryksensä matematiikasta laajentuneen kurssin aikana.

Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelijat oppivat, miten paljon muutakin matematiikkaan kuuluu kuin se, mitä lukiomatematiikassa opetetaan. He kertoivat koke-neensa matematiikan ennen kurssia enimmäkseen laskemisena ja tehtävien ratkomisena. Monille heistä matematiikka oli ollut todella vakavaa. Nyt he saivat kokea matematiikkaa paljon monipuolisemmin kuin koulumatematiikassa:

”Käsitykseni matematiikan laajuudesta on ollut paljon suppeampi ennen kurssin alkua, kuin nyt sen jälkeen. Ennen matematiikkaa kaikkialla -kurssia näin matematiikkaa vain siellä missä näkee numeroita selkeästi päälle päin. [...] En kuitenkaan tiennyt, kuinka paljon matematiikkaa käytetään kurssin nimen mukaan kaikkialla.”  
(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Olen saanut valtavan määrän konkreettisia esimerkkejä matematiikan [...] monimuotoisuudesta. Sekä kurssin tapaamiset, että luennot tarjosivat useita erilaisia [...] suhtautumisia matematiikkaan, ja omalla tavallaan nämä tarjotut tietopaketit auttoivat näkemään uusia mahdollisuuksia ja suuntautumiskohteita myöhemmissä opiskelun vaiheissa.”  
(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Myös matematiikkaa useamman vuoden opiskelleet oppivat uutta alastaan. Monet heistä kertoivat, että olivat menettäneet matematiikan tekemisestä tietyn aloittelijan innostuksen, kun kurssien sisältö oli vuosien varrella muuttunut yhä vaikeammaksi. Kurssi auttoi heitä näkemään, mitä kaikkea matematiikka voikaan olla:

”Lisää on tullut hieman ihmetystä siitä, kuinka paljon matematiikassa on erilaisia aihepiirejä ja asioita, jotka näyttäytyvät hyvin erilaisina. Toisaalta matematiikka on taidetta ja kuvia, jotain konkreettista, ja toisaalta se voi olla hyvin analyyttistä ja abstraktia.”  
(Seitsemännen vuoden matematiikan opiskelija)

Myös sivuaineopiskelijat kasvattivat tietämystään siitä, mitä kaikkea matematiikka on. Matematiikkaa vain sivuaineena opiskeleville yliopistomatematiikan maailmaan hyp-pääminen saattaa olla vaikeaa, koska heidän odotetaan käyvän samoja kursseja kuin pääaineopiskelijat, joilla matemaattinen ajattelu on harjaantuneempaa. Monilla kurssin sivuaineopiskelijoilla oli ennen kurssia melko kapea käsitys siitä, mitä osa-alueita mate-matiikkaan kuuluu. Kurssi oli heille mukava tapa tutustua kaikenlaisiin matematiikan osa-alueisiin:

”En ollut pitänyt useaa käsiteltyä aihetta matemaattisena, esimerkiksi solmujen tutkiminen vaikutti erittäin mielenkiintoiselta ja siltateoria jäi erityisesti mieleen.”  
(Toisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

”Kurssin myötä koen matematiikkakäsitykseni monipuolistuneen entisestään, sillä kurssin aikana pääsin tutkailemaan matematiikkaa hyvin monesta eri näkökulmasta ja samalla tutustumaan moniin eri matematiikan alalajeihin.”  
(Neljännen vuoden luokanopettajaopiskelija)

42 prosenttia opiskelijoista kertoi oppineensa näkemään matematiikkaa arkisissa asioissa, luonnossa tai ylipäättänsä kaikkialla.

Kurssi auttoi opiskelijoita näkemään matematiikan arkisemman puolen. Matematiikka ei ole vain ”hienoja” kaavoja ja teorioita, vaan myös arkisissa tilanteissa voi nähdä matematiikkaa:

”Näkemykseni arkipäivän asioista on ehkä muuttunut siinä mielessä, että saatan ajatella niitä yhä enemmän matematiikan näkökulmasta sekä osaan ehkä paremmin yhdistää matemaattisia ilmiöitä arkipäivän asioihin.”  
(Viidennen vuoden kemian opiskelija)

”Kurssi on [...] muuttanut suhtautumistani arkipäiväiseen matematiikkaan, loogisiin ongelmiin, esimerkiksi työmatkan valintaan tai lautapeleihin. [...] Kurssin aikana olen oppinut ymmärtämään, että nekin ovat pohjimmiltaan matematiikkaa. Matematiikan on helppo ajatella olevan pelkästään numeroita, laskuja, määritelmiä ja todistuksia, mutta kurssilla olen oppinut [...], että tavallinen päättelykin on matematiikkaa.”  
(Kolmannen vuoden matematiikan opiskelija)

Moni opiskelija ihmetteli sitä, että matemaattisia ilmiöitä on ollut olemassa luonnossa ennen ihmisen olemassaoloa. He olivat ajatelleet, että matematiikka on ihmisen keksimä asia, jonka avulla ihmiset selittävät maailmaa. Se, että monimutkaisiakin matemaattisia kaavoja ilmenee luonnossa, oli heille mullistavaa. Kurssilla käsiteltiin muun muassa kasveista löytyvää matematiikkaa.

”Olen tajunnut, että matematiikka on vieläkin syvemmällä kaikessa tässä maailmassa. [...] Ihmiset eivät ole ”tehneet” matematiikkaa ymmärtääkseen luontoa, vaan matematiikka on tullut luonnosta. Luonnosta löytyy niin monia matemaattisia ilmiöitä, jotka on myöhemmin muutettu matematiikaksi.”  
(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Ennen kurssia olin [...] ajatellut, että matematiikka on lähinnä ihmisen työkalu, jota käytämme erilaisten ongelmien ratkaisemiseen. Yllätyin, kun kurssilla ymmärsin, että matematiikka liittyy vahvasti myös luontoon ilman, että ihminen olisi sitä sinne ”vienyt”. Fibonaccin luvut, ja muut vastaavanlaiset matemaattiset ”säännöt” ovat olleet olemassa esimerkiksi kasveissa ja eläinten DNA:ssa jo kauan ennen kuin ihmisiä edes oli olemassa. En ollut ajatellut, että matematiikka olisi niin luonnollinen asia.”  
(Kolmannen vuoden luokanopettajaopiskelija)

Osa opiskelijoista oli innostuneita siitä, että matematiikkaa on kaikkialla. Monille heistä matematiikka oli ollut tieteenala tai oppiaine koulussa, eikä niinkään asia, joka on kaikkialla ja vaikuttaa melkein pä kaikkeen ympärillämme.

”Kurssi innoitti minua havainnoimaan ympäristöä ja miettimään voisivatko ympärilläni olevat asiat ja ilmiöt liittyä jollakin tapaa matematiikkaan. Aikaisemmin en tällaista tullut edes oikeastaan ajatelleeksi.”  
(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”Parasta oli, kun huomasin, että näin paljon matematiikkaa näkyy ja käytetään ympärillämme, eikä monet edes huomaa sitä.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Monille kurssin opiskelijoista matematiikka oli ennen kurssia ollut vakavaa ja teoreettista, ja jotain, mihin on tarkat säännöt. Kurssin aikana he löysivät matematiikasta uusia puolia. Matematiikka saattoi nyt olla myös hauskaa ja luovaa. Neljäsosa opiskelijoista kertoi kurssin auttaneen heitä näkemään matematiikan luovan tai kevyemmän puolen:

”Ennen kurssille tuloa minulla oli vain koulun kautta tullut kapeakatseinen käsitys matematiikasta: loogista ja kylmää laskentaa, laskuja ja tuloksia. Mutta matematiikka on paljon monipuolisempaa ja luovempaa, sitä löytyy luonnosta ja taiteesta ja se on ihmissilmälle kaunista symmetriaa.”

(Toisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

”Käsitykseni matematiikasta on jonkun verran muuttunut kurssin ansiosta. Opin, että matemaattiset ongelmat voivat olla hauskoja ja mukavaa tekemistäkin, eikä pelkkää laskemista tai kaavojen pyörittelyä.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

Vaikka monet opiskelijat kertoivat uusista puolista, joita olivat löytäneet matematiikasta, löytyi myös suuri joukko opiskelijoita joiden matematiikkakuvaa kurssi ei muuttanut. Yli puolet opiskelijoista kertoi, että heidän matematiikkakuvansa ei ollut muuttunut tai ei ollut juurikaan muuttunut:

”Yleisellä tasolla käsitykseni matematiikasta ei ole muuttunut kurssin aikana, vaan olen saanut paljon uutta tietoa ja uusia näkökulmia asioihin.”

(Kolmannen vuoden kemian aineenopettajaopiskelija)

”Yleiskäsitykseni matematiikasta ei juurikaan ole kurssin aikana muuttunut. [Matematiikka] on edelleen kaunis ja mielenkiintoinen asia sekä omassa loogisessa ulottuvuudessaan, että fyysisen maailman mallintajana.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Osalle opiskelijoista oli jo aiemmissa matematiikan opinnoissa muodostunut vahva käsitys siitä, mitä matematiikka on. He olivat opiskelleet matematiikkaa jo pidemmän aikaa tai olivat muuten kiinnostuneita matematiikasta ja tekivät vapaa-ajalla paljon matematiikkaan liittyviä asioita. Matematiikkaa kaikkialla –kurssi ei muuttanut heidän käsitystään siitä, mitä matematiikka on:

”Käsitykseni matematiikasta ei ole muuttunut. Matematiikka on universumin kieli ja ihmiset ovat kysyneet tekemään siitä työkalun, jota voidaan soveltaa melkein missä tahansa. Tämä on viimeisiä matematiikan sivuaineen kursseja, joten yliopistomatematiikka ei sinänsä enää yllätä.”

(Neljännen vuoden kemian opiskelija)

”En oikein osaa sanoa, miten näkemykseni matematiikasta olisi muuttunut [kurssin aikana]. [Syynä] tähän ovat varmaankin tähän mennessä kulutetut neljä vuotta matematiikan opintojen parissa. Näiden vuosien aikana erilaisten kurssien ja tapahtumien kautta on syntynyt uskoakseni melko kattava mielikuva matematiikan eri vivahteista.”

(Viidennen vuoden matematiikan opiskelija)



Joistain opiskelijoista tuntui, ettei kurssilla ollut heille oikein mitään annettavaa. Heille monet käsitellyistä aiheista olivat jo entuudestaan tuttuja:

”Matematiikkaa kaikkialla –kurssi ei varsinaisesti mullistanut näkemystäni matematiikasta. Tunsin käsitellyt aiheet suurilta osin ennestään. Muun muassa Numberphilen videoita on tullut katsottua runsaasti.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Tämä kurssi ei muuttanut käsitystäni matematiikasta. Olin nähnyt jokaisen niistä minitestien videoista ennestään. Osa luennoista oli mielenkiintoisia, mutta ei niissäkään tullut mitään uutta esille. Myös laskuharjoitustehtävät olivat enimmäkseen tuttuja tai sitten muunnelmia jostain tutusta.”

(Kuudennen vuoden teoreettisen fysiikan opiskelija)

Kurssilla, jolla on sivuaineopiskelijoita, sekä matematiikan pääaineopiskelijoita ensimmäisen vuoden opiskelijoista maisterivaiheen opiskelijoihin, on melkein pakosti opiskelijoita, jotka kokevat, ettei kurssilla ole heille mitään tarjottavaa. Opiskelijat ovat niin eri taustoista.

Ylipäättänsä opiskelijoiden käsitys siitä, mitä matematiikka on, vaikutti joko pysyneen ennallaan tai monipuolistuneen. Monet löysivät matematiikasta uusia kevyempiä osa-alueita.

### 6.3.2 Vastaukset, jotka käsittelevät vastaajaa itseään suhteessa matematiikkaan.

Noin viidesosa opiskelijoista kertoi kurssin lisänneen heidän kiinnostustaan matematiikkaa kohtaan. Kurssilla käsitellyt ”kevyemmät” matemaattiset aiheet ja eritasoisten matemaattikkojen yhdessä tekemisen tunnelma innostivat heitä.

”On ollut kiva tutustua matemaatikoiden arkeen ja saada tietää mitä puhdasta matematiikkaa työssään käyttävät tekevät päivittäin. Olen verrannut tätä omaan työhöni tietojenkäsittelytieteissä, ja todennut, että matematiikka ja tietojenkäsittely kulkevat käsi kädessä. Tämä on lisännyt omaa kiinnostustani matematiikkaa kohtaan ja kurssi on saanut kasvatettua motivaatiotani entisestään.”

(Toisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

”Päällimmäisenä tunteena kurssista on jäänyt innostus. Tiesin, että matikalla voi tehdä kaikkea kivaa, mutten tiennyt, mitä ja mistä saisi siihen vinkkejä. Tulin hurmatuksi heti kurssin alussa, kun rakensimme hexahexaflexagoneja. Ne saivat minut aivan hämmästyksiin.”

(Toisen vuoden erityispedagogiikan opiskelija)

15 prosenttia opiskelijoista innostui kurssin takia jostain matematiikan osa-alueesta. Jotkut kertoivat opettaneensa kurssilla oppimiaan asioita ystävilleen, jotkut olivat perehtyneet kurssin aiheisiin syvemmin vapaa-ajalla ja jotkut olivat jatkaneet kotona kurssilla oppimiaan pelejä ja askarteluja. Kurssilla esitelty matemaattiset pelit ja videot innostivat monia:

”Matematiikkaa kaikkialla –kurssilla innostuin [...] lisää erilaisista älypeleistä. Esimerkiksi ostin Rubikin kuution ja opettelin ilman minkäänlaista aikaisempaa kokemusta ratkaisemaan sen.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Viikkotehtävien videot olivat suurimmaksi osaksi äärimmäisen mielenkiintoisia. Rehellisesti jälkeenpäin on vaikea sanoa, mitkä videot kuuluivat tehtäviin, koska Numberphilen ynnä muiden videoita tuli kurssin seurauksena katsottua normaalia enemmän.”  
(Kahdennentoista vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

Opiskelijat kertoivat perehtyneensä kurssin aiheisiin vapaa-ajalla. Tällaisia aiheita olivat esimerkiksi matemaattinen taide, taikatemput, kuvankäsittely ja erilaiset pulmat.

”Luento, jolla käsiteltiin [matematiikkaa taiteessa], herätti mielenkiinnon sitä kohtaan, koska se oli täysin uutta itselleni. Olen sen jälkeen ottanut aiheesta enemmän selvää.”  
(Toisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

Oppilaat kertoivat myös saaneensa kirjasuosituksia, ideoita omiin projekteihin ja jopa jatko-opintoihin. Moni innostui tilastotieteestä. Tilastotiedettä käsitellään melko vähän ja melko kuivasti lukion matematiikan kursseilla, joten monelle tämän kurssi näytti mitä mielenkiintoisia ja jännittäviä aiheita tilastotieteen avulla voidaan tutkia.

”Luento, jolla käsiteltiin tilastotiedettä ja sen väärinkäyttöä ihmisten huijaamiseen, oli hyvin kiinnostava. Luennoitsijan suosittelema kirja Weapons of Math Destruction on pääsy lukulistalleni!”  
(Neljännen vuoden kemian opiskelija)

”On täysin tämän kurssin ansiota, että kiinnostuin tilastotieteestä ja aion ottaa näitä kursseja ensi keväällä.”  
(Ensimmäisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

Monet kurssin opiskelijoista luultavasti pitävät matematiikasta. Ovathan he valinneet opiskella matematiikkaa yliopistolla. Silti yllättävän monella kurssin opiskelijalla oli kurssin alussa negatiivisia käsityksiä matematiikasta tai itsestään matematiikan oppijana. Kymmenen prosenttia kurssin opiskelijoista kertoi kurssin vähentäneen heidän negatiivisia tuntemuksiaan tai pelkoaan matematiikkaa kohtaan. Kurssi osoitti, että matematiikka on muutakin kuin vaikeaa ja puuduttavaa laskemista, se voi olla hauskaa ja innostavaa:

”Minua kiinnosti paljon tämän kurssin aiheet ja matematiikka tuntuikin jopa pitkästä ajasta hauskalta.”  
(Ensimmäisen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

”Suurin kurssin aikana tapahtunut muutos tapahtui suhtautumisessani matematiikkaan. Kurssi herätteli mielenkiintoa matemaattisia ongelmia kohtaan. [...] Ensireaktio matematiikasta ei ole enää jotain tylsistymisen ja inhon väliltä.”  
(Kolmannen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

Matematiikan ei myöskään tarvitse välttämättä olla yksinäistä ja totista puurtamista, vaan se voi olla positiivisessa hengessä tapahtuvaa yhteistyötä. Opiskelijoiden mukaan kurssilla pohdittiin hyvässä yhteishengessä matemaattisia pulmia, riippumatta siitä oliko opiskellut matematiikkaa jo useamman vuoden vai oliko tämä ensimmäinen yliopisto-matematiikan kurssi.

”Jos minunlaiselle 3. vuoden kemian opiskelijalle [...] suhtautuminen matikkaan muuttui kurssin jäljiltä lähinnä siinä, kuinka positiivisessa ilmapiirissä matikkaa voidaan harrastaa, niin voitaneen sitä pitää enemmän kuin mitättömänä voittona.”  
(Kolmannen vuoden kemian opiskelija)

Osalla opiskelijoista oli vaikea suhde matematiikkaan ennen kurssia. Kurssi auttoi heitä luomaan uusia positiivisia kokemuksia matematiikan kanssa. Nämä positiiviset kokemukset ovat todella tärkeitä matematiikkakuvan muutoksen kannalta.

”Ennen tätä kurssia suhteeni matematiikkaan oli kovin kipeä ja arka. Tämä kurssi on auttanut minua lähestymään matematiikkaa uudestaan.”

(Kolmannen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

”Käsitykseni matematiikasta on muuttunut jonkin verran tämän syksyn aikana. Se ei ehkä ole niin kamalan suuri mörkö enää. [...] Olen myös tykästynyt tähän hommaan vähän.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Osa opiskelijoista myös löysi kurssin ansiosta matematiikan kauneuden tai ymmärsi, miten tärkeää matematiikka on. Heidän kunnioituksensa matematiikkaa kohtaan kasvoi. Monille kurssi toimi myös muistutuksena siitä, miksi he olivat alun perin lähteneet opiskelemaan matematiikkaa.

”Kurssin aikana [...] vahvistui ajatus siitä, että matematiikka on tieteenalana todella tärkeä ja vaikuttaa kaikkeen.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Kurssin aikana kiinnostukseni matematiikkaa kohtaan lisääntyi entisestään, kun huomasin, että luonto ja maailma ovat sitä pullollaan. Voin olla nyt entistä ylpeämpi siitä, että saan opiskella [matematiikkaa].”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

## 6.4 Mitä opiskelijat oppivat kurssin aikana?

### 6.4.1 Matematiikan sovellukset

Kurssilla käsitellyt aiheet olivat suurilta osin matematiikan sovelluksia. Yli puolet opiskelijoista mainitsi loppukyselyssä matematiikan sovellukset. He kertoivat oppineensa kurssilla eri matematiikan osa-alueista.

”Kurssin aiheet käsitelivät monipuolisesti matematiikan eri osa-alueita ja sovelluskohteita. [...] Luentojen ja minitestien kautta sain vielä enemmän näkökulmaa siihen, miten moneen asiaan matematiikkaa todella tarvitsee.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”Vaikka tiesin matematiikalla olevan monia erilaisia sovelluksia monenlaisilla eri aloilla, on kurssi valottanut niitä konkreettisemmin ja luennoilla on kerrottu muutamasta sellaisestakin asiasta, mihin en aiemmin osannut matematiikkaa yhdistää.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Opiskelijat oppivat kurssilla sovelluksia muun muassa luonnontieteistä ja terveysalalta. He kertoivat oppineensa muun muassa rokotteiden matematiikasta, DNA:sta ja Fibonacci-lukujen esiintyvyydestä luonnossa. Matematiikan ja biologian yhteys kiehtoi monia:

”Matematiikan sovellus DNA:n kiertyvyyden simuloimisessa oli todella kiinnostava!”

(Neljännen vuoden kemian opiskelija)

”En ollut aikaisemmin ajatellut ollenkaan, että kasveissa ja niiden kasvutavoissa olisi matematiikkaa taustalla. Oli myös hauskaa laskea kävyn spiraalien lukumäärää ja mitata kasvin lehtien kasvukulmia.”

(Kolmannen vuoden matematiikan opiskelija)

Kurssilla käsiteltiin myös matematiikan ja taiteen yhteyttä. Tämä oli monelle opiskelijalle uusi ja mielenkiitoinen aihe.

”Lähinnä minut yllätti se, miten matematiikkaa voi hyödyntää taiteessa tai musiikissa. Muun muassa kultaista leikkausta [hyödynnetään] veistosten tekemisessä ja arkkitehtuurissa. Tietokoneiden avulla matematiikkaa hyödyntäen voi tehdä [...] fraktaaleja, joista voi tehdä [...] taideteoksia.”

(Kolmannen vuoden fysiikan aineenopettajaopiskelija)

”Mieleenpainuvimmat luennot ja laskuharjoitukset olivat varmaankin fraktaaleihin liittyvät aiheet. Oli todella mielenkiintoista kuulla, miten paljon fraktaalimatematiikkaa hyödynnetään esimerkiksi [...] taiteessa.”

(Kolmannen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

Opiskelijat kertoivat oppineensa kuvankäsittelystä ja ohjelmoinnista, ja siitä, minkälaista matematiikkaa niihin liittyy. Varsinkin tietojenkäsittelytieteilijöille tämä oli mieleenpainuva aihe.

”Kurssi avasi [...] käsitystäni maailmasta, sillä se sai minut huomaamaan, että esimerkiksi tietokoneet ja valokuvat ja monet muut asiat perustuvat matematiikkaan.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”Mieleenpainuva sovellus oli ensimmäinen luento, jossa käsiteltiin matematiikkaa kuvankäsittelyn maailmassa. En tiennyt miten puhtaasti [...] kuvankäsittelyohjelmisto Photoshop tai muut vastaavat hyödyntävät matematiikkaa.”

(Kolmannen vuoden tietojenkäsittelytieteen opiskelija)

Kurssilla käsiteltiin opiskelijoiden mielestä hauskoja ja kevyempiä aiheita, kuten taikua ja salakirjoituksia. Nämä ovat matematiikan sovelluksia, jotka harvemmin pääsevät yliopistomatematiikan kurssien aiheiksi.

”En ole [...] ennen miettinyt, kuinka matematiikkaa voidaan käyttää hyväksi taikatemppuissa. Oli todella hauskaa oppia taikatemppu, jonka suorittamiseen tarvitaan matematiikan osaamista.”

(Neljännen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”Yksi mielenkiintoisimmista viikoista oli se, joka käsitteli salakirjoitusta. [...] Myös koodikielten matemaattinen tausta oli erittäin mielenkiintoista.”

(Kolmannen vuoden matematiikan opiskelija)

Opiskelijat oppivat myös, miten eri alojen ammattilaiset hyödyntävät matematiikkaa työssään. Kurssilla vieraili monen eri alan asiantuntijoita ja esiteltiin eri aloja, joilla matematiikkaa sovelletaan.

”Ennen tätä kurssia en osannut mainita näin paljoa erilaisia aloja [...], joissa matematiikkaa käytetään tai joihin se liittyy.”

(Kolmannen vuoden kemian aineenopettajaopiskelija)

”Jo kurssin alussa toin esille tiedostavani matematiikan monimuotoisuuden [...], mutta en osannut kertoa kuinka käytännössä eri alojen ammattilaiset osaavat hyödyntää matematiikkaa työssään. [Katsoimme] videoita, joissa selitettiin, kuinka matematiikkaa voidaan hyödyntää niin äänihuulien korvaajissa, kuin korttitempuissakin. Ja tämäkin on vain murto-osa siitä skaalasta mihin matematiikkaa voidaan käyttää. Videoiden lisäksi pääsimme kuuntelemaan myös eri alojen asiantuntijoita luennoilla ja opimme matematiikasta työelämässä taitelijoista lääketieteen asiantuntijoihin.”

(Kolmannen vuoden luokanopettajaopiskelija)

Opiskelijat kertoivat oppineensa monipuolisesta eri matematiikan sovelluskoh-teista ja aihealueista ja aloista, joissa käytetään matematiikkaa.

#### 6.4.2 Matemaatikoiden työllisyysmahdollisuudet

Matematiikan pääaineopiskelijat voivat hyödyntää matematiikkaa kaikkialla –kurssin tutkinnossa vaadittavina työelämäopintopisteinä. Moni pääaineopiskelija koki saaneensa lisätietoa valmistumisen jälkeisistä työllisyysmahdollisuuksista kurssin ansiosta. Monet heistä olivat ajatelleet ennen kurssia, että matemaatikon työllisyysmahdollisuudet rajoit-tuvat tutkijaan, opettajaan ja ehkä vakuutusmatemaatikkoon.

”Kurssin aikana oli erittäin hyvin näytetty, minkälaisia työmahdollisuuksia on valmistuneilla matemaatikoilla. Tutustuin samalla tutkijoihin, jotka työskentelevät Kumpulan kampuksella matematiikan parissa.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

”Parhainta kurssin antia olivat kylläkin luennot, joilla pääsi kuulemaan matematiikan ammattilaisten ajatuksia ja kokemuksia. Oli hienoa saada kuulla, kuinka abstraktit käsitteet muuttuvat ajan myötä käsin kosketeltaviksi, kuinka kurssien aiheet kehittyvät sovelluksiksi, ja kuinka matemaattista tutkimusta ja mallintamista voi oikeasti tehdä työkseen myös yliopiston ulkopuolella. Tämä oli kuin bensan kaatamista liekkeihin, mitä innostukseeni matematiikasta tulee.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

#### 6.4.3 Eväitä tuleville matematiikan opettajille

Noin kolmasosa kurssin opiskelijoista oli opettajaopiskelijoita: tulevia luokanopettajia, aineenopettajia ja erityisopettajia. Kurssin ryhmätapaamisissa käsitellyissä tehtävissä käytettiin usein hyväksi erilaisia apuvälineitä, kuten Multilink-paloja, askarreltiin ja pe-lattiin pelejä. Opettajaopiskelijat kokivat, että he saivat kurssilta ideoita ja taitoja opetta-miseen.

Matematiikan aineenopettajaopiskelijoilla monessa vastauksessa mainittiin mate-matiikan opettaminen muuten kuin ”tavallisia” laskutehtäviä laskemalla. Erilaiset pelit ja leikit innostivat monia. Monet huomasivat kurssin aikana, että olivat itse innostuneet matematiikasta aivan uudella tavalla tällaisten kevyempien tehtävien parissa. Monet kertoivat myös, että muiden innostus tarttui heihin.

”Kurssin aikana on tullut ajatuksia ja ideoita, joita voisin hyvin käyttää tulevaisuudessa omassa opetuksessa. [...] [Pienryhmissä pelatut] pelit olivat monipuolisia ja sisälsivät erilaista matematiikkaa. Koin, että ne ovat hyvä keino harjaannuttaa matemaattista ajattelua ja päättelyä.”

(Kahdennentoista vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”[Kurssilla ymmärsin, että] lapsille matematiikkaa kannattaa tuoda esille erilaisten pelien ja leikkien kautta ja luoda kiinnostus teorioihin [...] siinä samalla. Sillä uskaltaisin väittää, että matematiikka on hauskaa kenen tahansa mielestä, jos se osataan esittää ikätasoa ja kiinnostuksen kohteita hyödyntävällä tavalla. Ja kun jokin on hauskaa, synnyttää se kiinnostusta kyseistä asiaa kohtaan. Ja kun kiinnostus matematiikkaa kohtaan on syntynyt, ei se hevillä lähde pois, vaikka pelit vaihtuisivatkin derivointiin.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

Kurssi herätti matematiikan aineenopettajaopiskelijoilla myös pohdiskelua siitä, miten saada oppilaat innostumaan matematiikasta. He ymmärsivät, että matematiikka on ollut heille itselleen helppoa ja kiinnostavaa, mutta kaikille se ei ole sitä. Kurssi tarjosi heille eväitä siihen, miten saada innostettua oppilaita matematiikan opiskeluun.

”Olin syksyn alussa hieman huolissani siitä, kuinka saisin matematiikan opettajana innostettua tulevia oppilaitani matematiikan pariin. Koska vaikka itselleni matematiikka ja sen opiskelu on aina ollut helppoa, hauskaa ja mielekästä, olen hyvin tietoinen, ettei tämä ajatus ole kaikilla sama. Kuluneen kurssin eväillä voin osoittaa, kuinka matematiikka [...] on läsnä jokaisessa päivässä. Voin kertoa heille kuvankäsittelystä tai ananaksen spiraaleista, Sierpinskiin kolmioista puhumattakaan.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan aineenopettajaopiskelija)

”Kurssilta saatujen tietojen myötä osaan mahdollisesti tulevaisuudessa entistä paremmin esitellä matematiikkaa muunakin kuin paperin makuisena numeroiden pyörittelynä. Muutamalla hausalla matemaattisella faktalla voi hyvinkin herättää ihmisten kiinnostuksen. [...] Tämä on erittäin hyödyllinen taito, kun aion matematiikan aineenopettajaksi itseni opiskella.”

(Ensimmäisen vuoden matematiikan opiskelija)

Myös aineenopettajaopiskelijat, joilla on pääaineenaan muu kuin matematiikka, saivat kurssilta välineitä tulevaan opettajan työhön. Osa heistä varmaankin tulee opettamaan matematiikkaa toisena opetettavana aineena, mutta kurssilla opituista asioista on varmasti hyötyä myös muidenkin aineiden opettamisessa. He kertoivat oppineensa kursilla hyviä opetusmetodeja ja tehtäviä, ja hauskoja pulmia ja pelejä, joilla elävöittää perinteistä opetusta.

”Tulevan opetustoimen kannalta tämä kurssi tuntui erityisen mukavalta inspiraatiopankilta, josta on hyvä ammentaa vähintäänkin tyyli-ideoita myöhempääkin käyttöä varten.”

(Kuudennen vuoden fysiikan aineenopettajaopiskelija)

”Ehkä mielekkäin anti matematiikan kuvan kehityksessäni on se, että erilaisia leikkimielisempiä tehtäviä on mahdollista kehittää matematiikkaan alakoulun jälkeenkin ja sitä kautta saada oppilaille käytännönläheisempi ja hausempi käsitys matematiikasta. Tehtävien tekeminen voi tuntua hauskalta sen sijaan, että se tuntuisi suorittamiselta. Toivon että saan sovellettua tästä peruskoulun ja lukion matematiikkaan itselleni käytänteitä, joilla opettaa muutoinkin, kuin oppikirjasta kappale kerrallaan.”

(Kuudennen vuoden kotitalousopettajaopiskelija)

Kurssille osallistui luonnontieteilijöiden lisäksi myös pieni joukko luokanopettajia ja erityisopettajaopiskelijoita. Heidän lähestymistapansa matematiikkaan on hieman erilainen kuin luonnontieteilijöillä. Heillä ei välttämättä ole taustalla harrastuneisuutta ja menestystä matematiikan saralla, ja he tulevat myös opettamaan matematiikkaa eri läh-

tökohdista. Luokanopettajien tehtävänä on herättää alakoululaisten kiinnostus matematiikkaa kohtaan ja opettaa heille matematiikan perusteet, ja erityisopettajien auttaa niitä, joilla on vaikeuksia matematiikan kanssa.

Monet heistä kertoivat saaneensa kurssilta lisää tehtäviä, pelejä, pulmia ynnä muuta matemaattista tekemistä materiaalipankkiinsa. Näitä he voivat sitten käyttää tulevaisuudessa opettajan työssään.

”Ryhmätunnit ovat laajentaneet materiaalipankkiani esimerkiksi erilaisten ongelmatehtävien ja matemaattisten pelien muodossa.”  
(Kolmannen vuoden erityispedagogiikan opiskelija)

”Koin saavani tältä kurssilta erittäin paljon materiaalia ja pieniä ideoita, joita voin käyttää sitten itse opettaessani koulussa joskus hamassa tulevaisuudessa.”  
(Kolmannen vuoden luokanopettajaopiskelija)

Opiskelijat pohtivat mitä matematiikka on, minkälaisia ominaisuuksia matematiikan tekeminen vaatii ihmiseltä ja miten näitä ominaisuuksia voisi opettaa oppilaille. He pohtivat muun muassa matematiikan vaatimaa luovuutta ja epävarmuuden sietämistä. Monille heistä tämä kurssi avasi käsitystä siitä, että matematiikkaan kuuluu tietty epävarmuuden tunne.

”Sain paljon ideoita siihen, kuinka matematiikassakin tarvittavaa luovuutta voi käytännössä harjoitella erilaisten harjoitusten, ryhmätehtävien ja ongelmanratkaisutehtävien avulla. Matemaattista luovuutta saatetaan helposti pitää hyvin sisäsyntyisenä lahjakkuutena. [...] Ei ole tavatonta kuulla jonkun sanovan, että joku vain osaa matematiikkaa tai joku vaan ei pysty ymmärtämään. Opettajaksi opiskelevana minua kiinnostaa erityisesti se, miten erilaisia ja erilaisilla valmiuksilla varustettuja oppilaita saisi innostumaan matematiikasta ja kokemaan onnistumista ja keksimisen iloa.”  
(Toisen vuoden luokanopettajaopiskelija)

”Opin [...] sietämään epävarmuutta matemaattisten ongelmien ratkaisuprosessin aikana ja ymmärsin nyt mielestäni paremmin, että se kuuluu asiaan ja on itse asiassa epäilemättä se tekijä, joka ajaa matemaatikkoja eteenpäin heidän etsiessään jatkuvasti matematiikasta uusia puolia. Tämän epävarmuutta sietävän, uskallusta vaativan mutta lopulta palkitsevan asenteen toivon vieväni mukani myös peruskoulun oppitunneille.”  
(Neljännen vuoden luokanopettajaopiskelija)

Luokanopettaja- ja erityisopettajaopiskelijat löysivät myös kurssilta vastauksia siihen, miten saisi motivoitua kaikenlaisia oppilaita matematiikan opiskeluun, myös niitä, joille matematiikka on hankalaa tai epämieluisaa.

”Matematiikkaa ei pidetä yleisesti kovin katu-uskottavana, vaan pikemminkin vähän outona. [...] Uskon, että esittämällä tuleville oppilaille matematiikkaa yhtä monipuolisesti ja kiinnostavasti kuin kurssilla tehtiin, voivat he innostua matematiikasta sekä nähdä sen monipuolisempana kuin vain kuivana kaavojen laskemisena. Matematiikka nimittäin on paljon myös pelailua, tutkimista ja päättelyä. Nämä elementit haluan muistaa jatkossa.”  
(Kolmannen vuoden luokanopettajaopiskelija)

”On sääli, miten suppea kuva esimerkiksi peruskoulua tai toista astetta käyvillä oppilailla on matematiikasta, mutta uskon, että se johtuu suurissa määrin siitä, miten ja millaista matematiikkaa heille opetetaan. Koen, että kokemus matematiikasta hauskana ja innostavana asiana on avainasemassa mietittäessä, miten oppilaat saataisiin viihtymään matematiikan parissa ja kiinnostumaan siitä oikeasti. Niin tytöt kuin pojatkin. Tässä onkin ehkä kurssin suurin anti minulle: matematiikka on väline motivoimiseen ja innostamiseen.”

(Kuudennen vuoden luokanopettajaopiskelija)

Sekä tulevat matematiikan opettajat, että muiden aineiden opettajat kertoivat oppineensa kurssilta paljon opettamisesta. Kurssilla he asettuivat itse oppilaan rooliin ja saivat kea innostavia tehtäviä ja aktiviteetteja. Tämä on harvinaista herkkua yliopisto-opiskelijalle ja näytti heille konkreettisesti, että oppilaiden innostamiseen panostaminen on hyödyllistä.



## 7 POHDINTA

Matematiikkaa kaikkialla –kurssille osallistui noin sata opiskelijaa eri pääaineista ja eri tulevaisuudensuunnitelmilla. Suurin osa opiskelijoista oli matematiikan tai tietojenkäsittelytieteen pääaineopiskelijoita. Noin kolmasosa kurssin opiskelijoista oli opettajaopiskelijoita. Opiskelijat tulivat kurssille todella erilaisista taustoista ja erilaisilla lähtösoilla. Seurauksena tästä opiskelijat saivat myös kurssista irti erilaisia asioita. Opettajaopiskelijat tarkastelivat kurssin sisältöjä tulevan opettajantyön kannalta, matematiikan pääaineopiskelijat taas hankkivat kurssilta tietoa siitä, mitä kaikkea heidän tieteenalaansa kuuluu ja loput opiskelijat olivat kurssilla oppiakseen matematiikasta tai tutkintovaatimusten pakottamina.

### 7.1 Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva?

Ensimmäinen tutkimuskysymyksenäni oli: ”Muuttuiko opiskelijoiden matematiikkakuva kurssin aikana? Jos muuttui, niin miten?”. Huhtala ja Laine (2004) kertovat matematiikkakuvan muodostuvan neljästä eri osa-alueesta: tunteista, asenteista, uskomuksista ja tiedosta. Tutkimuksessani kävi ilmi muutoksia näillä kaikilla osa-alueilla. Pieni osa opiskelijoista kertoi kokeneensa kurssilla sellaisia positiivisia tunteita matematiikka kohtaan, joita eivät olleet ennen tunteneet. Moni opiskelija kertoi kurssin muuttaneen heidän asenteitaan matematiikkaa kohtaan; sekä kunnioitus, että mielenkiinto matematiikkaa kohtaan kasvoivat. Osalla opiskelijoista oli kurssin alussa uskomus matematiikasta tylsänä ja vakavana puurtamisena. Kurssin aikana he huomasivat, ettei tämä uskomus ollutkaan totta, vaan matematiikasta löytyy myös mukaansatempaavia ja hauskoja puolia. Moni kurssin opiskelijoista kertoi saaneensa melkein kaiken tietonsa matematiikasta peruskoulun ja lukion matematiikan tunneilta. He kertoivat tämän kurssin laajentaneen heidän tietämystään matematiikasta.

Kaasila, Laine ja Pehkonen (2004) jakavat puolestaan matematiikkakuvan kahteen osaan: käsitykseen itsestä suhteessa matematiikkaan ja käsitykseen siitä, mitä matematiikka on. Heidän mukaansa matematiikkakuvaan voi vaikuttaa positiivisesti vielä yliopisto-opinnoissa. Positiivisen muutoksen voivat heidän mukaansa aiheuttaa onnistumisen kokemukset, innostuminen, matematiikan kokeminen tarpeelliseksi, sekä muiden mielipiteet matematiikasta. Opiskelijat kertoivat kokeneensa kurssilla onnistumisen kokemuksia, monet heistä olivat positiivisesti yllättyneitä siitä kuinka hauskoja ja mukaansatempaavia tehtäviä kurssilla oli. 18 prosenttia opiskelijoista kertoi kurssin lisänneen heidän mielenkiintoaan matematiikkaa kohtaan ja 15 prosenttia opiskelijoista kertoi innostuneensa jostain matematiikan osa-alueesta kurssin ansiosta. Kurssi sai monet pohtimaan sitä, kuinka matematiikka on osa kaikkea tässä maailmassa ja matematiikkaa näkyy kaikkialla ympärillämme. Osa opiskelijoista kertoi, että oli hienoa nähdä, kuinka eri taustoista tulevat opiskelijat voivat innostua matematiikasta.

12 prosenttia opiskelijoista kertoi kokeneensa matematiikkakuvansa muuttuneen, kun taas 55 prosenttia opiskelijoista oli sitä mieltä, että heidän matematiikkakuvansa ei ollut juurikaan muuttunut kurssin aikana. Kaasilan, Laineen ja Pehkosen (2004) mukaan matematiikkakuva muodostuu suurimmalta osin kouluajan kokemuksista ja kuvan muuttaminen aikuisiällä on vaikeaa ja hidasta.

Osa opiskelijoista pohti suhdettaan matematiikkaan. Opiskelijoista noin kymmenen kertoi kurssin lieventäneen heidän negatiivisia tuntemuksiaan tai pelkoaan matematiikkaa kohtaan. Koen, että tämä on yksi matematiikka kaikkialla –kurssin tärkeimmistä saavutuksista.

Kurssi sai opiskelijat myös pohtimaan matematiikan luonnetta. Neljäsosa opiskelijoista koki, että kurssi auttoi heitä löytämään matematiikan kevyemmän ja luovemman puolen. Melkein puolet opiskelijoista kertoi käsityksensä matematiikasta laajentuneen kurssin ansiosta.

## 7.2 Mitä opiskelijat oppivat kurssilla?

Toinen tutkimuskysymykseni oli: ”Mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssin aikana?”. Eri aineiden opiskelijat kertoivat oppineensa kurssilla erilaisia asioita. Kurssin osallistujajoukko oli todella heterogeeninen, joten on hienoa, että melkein kaikki opiskelijat kertoivat saaneensa kurssista irti jotain itselleen merkityksellistä.

Noin kolmasosa kurssin opiskelijoista oli opettajaopiskelijoita. Suurin osa heistä kertoi saaneensa kurssilta eväitä tulevaan opettajan työhön; joko käytännön ideoita siihen, miten toteuttaa opetus ja minkälaisia tehtäviä tarjota oppilaille tai vastauksia opetusta koskeviin syvällisempiin kysymyksiin, kuten miten saada eri tasoiset opiskelijat innostumaan oppimisesta. Koposen ym. (2015) tutkimuksen mukaan matematiikan opettajat toivovat, että olisivat opinnoissaan saaneet enemmän tietoa koulumatematiikasta. Tutkimuksessa selvisi, että matematiikan opettajilla on yleinen matemaattinen tieto hallussa paremmin kuin opettamiseen tarvittava matemaattinen erityistieto. Matematiikkaa kaikkialla –kurssin käyneistä opettajaopiskelijoista suurin osa kertoi saaneensa kurssilta lisää aiheita ja tehtäviä materiaalipankkiinsa opettajan työtä varten.

Matematiikan pääaineopiskelijoille kurssista saa työelämäopintopisteitä. Kurssin luennoilla esitellään eri aloilla toimivia matemaatikoita ja heidän työtään. Pääaineopiskelijat kokivat saaneensa lisää tietoa siitä, mitä he voivat tehdä valmistumisensa jälkeen.

## 7.3 Onko tämä sitten hyvä kurssi?

Koen, että tutkimukseni perusteella matematiikka kaikkialla –kurssi on ainutlaatuinen kurssi matematiikan laitoksella, koska sinne ei ole lainkaan esitietovaatimuksia ja aidosti eritasoiset opiskelijat tekevät yhteistyötä ja oppivat toisiltaan.

Kurssi antaa muiden aineiden opiskelijoille avoimen ja lämpimän kuvan matematiikan laitoksesta, sekä sen opiskelijoista, että työntekijöistä. Kurssi poistaa opiskelijoilta ennakkokäsityksiä yliopistomatematiikasta kuivana, vaikeana ja yksinäisenä alana.

Matematiikan opiskelijoille kurssi muistuttaa, että matematiikka on muutakin kuin toinen toistaan monimutkaisempia lauseita ja todistuksia. Kurssi auttaa opiskelijoita jakamaan tuomalla piristystä teoreettisempien kurssien rinnalle.

”Matematiikkaa kaikkialla oli kerrassaan ihana kurssi ja harmittaa, että se loppui!”  
(Kolmannen vuoden luokanopettajaopiskelija)

## 7.4 Jatkotutkimusideoita

Tämän kurssin osalta olisi mielenkiintoista tutkia myös ryhmätapaamisten ohjaajia, joille järjestetään samanaikaisesti kurssi Opiskelijalähtöinen ohjaaminen.

Omassa tutkimuksessani tutkin eri aineiden opiskelijoita matematiikkaa kaikkialla –kurssilla. Yhtenä jatkotutkimusideana voisi olla perehtyä tarkemmin tietojenkäsittelytieteilijöiden tai luokanopettajaopiskelijoiden matematiikan opintoihin, heidän matematiikkakuvan kehitykseensä ja asenteisiinsa matematiikkaa kohtaan. Molempien tutkintoihin kuuluu matematiikan opintoja. Tietojenkäsittelytieteilijöiden täytyy käydä matematiikan kursseja, vaikka he eivät pitäisikään matematiikasta erityisesti. Luokanopettajaopiskelijoilla taas voi olla hyvinkin alhainen osaamistaso matematiikassa ja heidät täytyy valmistaa muutaman matematiikan ainedidaktiikan kurssin aikana opettamaan ala-asteen matematiikkaa, joka toimii pohjana kaikelle myöhemmälle matematiikan opimiselle.

## 8 ARVIOINTI

Tutkimuksessani noudatin hyviä eettisiä tutkimustapoja. Kun sain aineistoni, eli kurssin loppukyselyn vastaukset, poistin vastauksista heti vastaajien nimet, opiskelijanumerot ja muut henkilökohtaiset tiedot ja merkitsin vastaajia sen sijaan numeroilla 1, 2, 3, 4 jne. En myöskään käsitellyt tutkimuksessani niitä vastauksia, joihin en ollut saanut lupaa tutkimuskäyttöä varten.

Aineistona käyttämäni loppukysely ei ollut minun itseni laatima. Sen oli laatinut kurssin opettaja. Jos olisin itse laatinut loppukyselyn, olisin voinut miettiä kysymyksiä tarkemmin tutkimukseni kannalta. Nyt päädyin käyttämään kysymyksen ”Miten matematiikkakuvasi muuttui kurssin aikana?” vastauksia tutkimukseni pohjana. Tämä kysymys on mielestäni johdatteleva. Toisen tutkimuskysymykseni vastaukset ovat myös peräisin tästä samaisesta loppukyselyn kysymyksestä. Toisessa tutkimuskysymyksessäni tutkin sitä, mitä opiskelijat kertoivat oppineensa kurssilla. Tätä ei kuitenkaan loppukyselyn kysymyksessä oltu varsinaisesti kysytty. Uskon, että olisin saanut toiseen tutkimuskysymykseen kattavamman tuloksen, jos olisin laatinut kurssin loppukyselyn tutkimuskysymysten laatimisen jälkeen. Olisin voinut lisätä loppukyselyyn esimerkiksi seuraavia kysymyksiä: ”Saitko kurssilta eväitä työelämään? Jos sait, niin minkälaisia?”, ”Mitä opit kurssilla matemaatikon työstä?”, ”Mitä uutta opit matematiikan sovelluksista?” tai ”Mitä mielenkiintoista opit kurssilla?”.

Käytin tutkimukseni aineistona ainoastaan kurssin loppukyselyn vastauksia. Tutkimus olisi ollut luotettavampi, jos olisin loppukyselyn lisäksi myös haastatellut kurssin opiskelijoita. Ajanpuutteen vuoksi en päätenyt järjestämään haastatteluja. Aineiston analysointi oli minulle uutta. Koen, että esimerkiksi laadullisen tutkimuksen menetelmäkurssin käyminen olisi auttanut minua analyysin teossa.

Kandidaatin tutkielmani oli puhtaasti matemaattisesta aiheesta. Tämä on yksi syy siihen, ettei minulla ollut Pro Gradu –tutkielmaani aloittaessa kovinkaan paljoa tietämystä kasvatustieteellisen tutkimuksen tekemisestä. Kasvatustieteellisen Kandidaatin tutkielman tuoma kokemus olisi varmasti antanut minulle paremmat eväät tutkielman tekoon.

### 8.1 Onko tutkimukseni hyödyllinen?

Matematiikkaa kaikkialla –kurssia ei ole tietääkseni aikaisemmin tutkittu. Oletan, että tekemästäni tutkimuksesta on hyötyä Matematiikkaa kaikkialla –kurssin nykyisille ja tuleville järjestäjille, sekä Helsingin yliopiston matematiikan laitokselle. Tutkimukseni tuo esille minkälaisia kokemuksia kyseinen kurssi voi tarjota osallistujilleen. Tämä on tärkeää tietoa, kun suunnitellaan kurssin sisältöä ja toisaalta myös, kun suunnitellaan kurssin kohdeyleisöä ja sen roolia tutkintovaatimuksissa.

## LÄHTEET

- Aaltola, J. (1995). Tiedeyhteisö, tieto ja oppiminen. In J. Aaltola & M. Suortamo (Eds.), *Yliopisto-opetus: Korkeakoulupedagogiikan haasteita* (pp. 25-42). Juva: WSOY.
- Asikainen, E. (1994). Pienryhmät - dynaaminen voimavara ja haaste korkeakouluopiskelussa. In J. Aaltola & M. Suortamo (Eds.), *Yliopisto-opetus: Korkeakoulupedagogiikan haasteita* (pp. 163-193). Juva: WSOY.
- Ball, D., Thames, M. A. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special?; *Journal of Teacher Education*, (59(5)), 389-407.
- Hill, H. C., Ball, D. L. & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students.; *Journal for Research on Mathematics Education*, (39(4)), 372-400.
- Huhtala, S. & Laine, A. (2004). "Matikka ei ole mun juttu" - matematiikkavaikkeuksien syntyminen ja niihin vaikuttaminen. In Räsänen, Kupari, Ahonen & Malinen (Eds.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (pp. 320-346). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.
- Kaasila, R., Laine, A., & Pehkonen, E. (2004). Luokanopettajaksi opiskelevien matematiikkakuva ja sen muuttuminen. In Räsänen, Kupari, Ahonen & Malinen (Eds.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (pp. 414-436). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education* (Rev. and updated ed.). Chicago: Association Press.

Koponen, M., Asikainen, M., Viholainen, A. & Hirvonen, P. E. (2015). Matematiikan opettajankoulutuksen arviointipohjainen kehittäminen. *LUMAT International Journal on Math, Science and Technology Education*, 3(No 6 (2015))

Koro, J. (1995). Korkeakouluopiskelija - aikuinen myös oppijana. In J. Aaltola & M. Suortamo (Eds.), *Yliopisto-opetus. korkeakoulupedagogiikan haasteita* (pp. 98-117). Juva: WSOY.

Lindgren, S. (2004). Voidaanko matematiikka-asenteita muuttaa? In Räsänen, Kupari, Ahonen & Malinen (Eds.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (pp. 381-396). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

Lofstrom, E. & Nevgi, A. (2011). Verkko-opetuksen linjakkuus ja yhteisöllinen oppiminen. In S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (Eds.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (pp. 300-319). Helsinki: WSOYpro Oy.

Lonka, K. & Lonka, I. (1993). Aktivoiva kirjoittaminen. In A. Kajanto (Ed.), *Aikuisten oppimisen uudet muodot: Kohti aktiivista oppimista* (pp. 197-224). Jyväskylä: Gummerus.

Malinen, P., & Pehkonen, E. (2004). Matematiikan oppimisen ja opetuksen tutkimuksesta suomessa. In Räsänen, Kupari, Ahonen & Malinen (Eds.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (pp. 11-19). Jyväskylä: Niilo Mäki Instituutti.

Matematiikkaa kaikkialla, syksy 2017. (2017). Retrieved from <https://moodle.helsinki.fi/course/view.php?id=25059>

Matematiikkaa kaikkialla. (2017). Retrieved from <https://courses.helsinki.fi/fi/MAT20002/120011209>

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (Eds.). (1994). *Qualitative data analysis* (2nd ed.) SAGE.

Nevgi, A. (2013). Yleistajuistaminen pedagogisena osaamisena. In U. Strellman & J. Vaattovaara (Eds.), *Tieteen yleistajuistaminen* (pp. 42-47). Viro: Gaudeamus Oy.

Nevgi, A. & Lindblom-Ylänne, S. (2011). Johdanto yliopistopedagogiikkaan. In S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (Eds.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (pp. 18-30). Helsinki: WSOYpro Oy.

Postareff, L. & Lindblom-Ylänne, S. (2008). *Variation in teachers' descriptions of teaching - broadening the understanding of teaching in higher education. learning and instruction*

Postareff, L., Lindblom-Ylänne, S. & Nevgi, A. (2011). Yliopisto-opettajien opetukselliset lähestymistavat ja yliopistopedagogisen koulutuksen vaikuttavuus. In S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (Eds.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (pp. 46-67). Helsinki: WSOYpro Oy.

Rauste-von Wright, M. & von Wright, J. (1994). *Oppiminen ja koulutus*. Juva: WSOY.

- Repo-Kaarento, S., Levander, L. & Nevgi, A. (2011). Oppimisen sosiaaliset ulottuvuudet. In S. Lindblom-Ylänne & A. Nevgi (Eds.), *Yliopisto-opettajan käsikirja* (pp. 100-122). Helsinki: WSOYpro Oy.
- Strellman, U. & Vaattovaara, J. (2013). *Tieteen yleistajuistaminen*. Viro: Gaudeamus Oy.
- Suortamo, M. (1995). Opetuksen suunnittelu itseohjattua oppimista tukemassa. In J. Aaltola & M. Suortamo (Eds.), *Yliopisto-opetus: Korkeakoulupedagogiikan haasteita* (). Juva: WSOY.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.



## LIITEET

### LIITE 1

*Kirjoitettu auki e-lomakkeesta*

#### **Kotitehtävä 3**

1. Miltä kampukselta tulet?
2. Mikä on pääaineesi/opintosuuntasi?
3. Minä vuonna aloitit opiskelun Helsingin yliopistossa?
4. Onko kuvasi matematiikasta muuttunut? Jos on, niin miten?

**Kerro seuraavien kurssin osioiden osalta, kuinka hyödyllisiksi koit ne oppimisesi kannalta. Vaihtoehdot löytyvät pudotusvalikosta.**

**(1 = hyödytön, 2 = melko hyödytön, 3 = ei hyödyllinen eikä hyödytön, 4 = melko hyödyllinen, 5 = erittäin hyödyllinen)**

5. Luennot
6. Ryhmätapaamiset
7. Ryhmätapaamisissa tehdyt tehtävät
8. Materiaalit (videot ym.)
9. Minitestit
10. Kotitehtävät

**Anna sanallista palautetta seuraavista kurssin osa-alueista.**

11. Luennot
12. Ryhmätapaamiset ja niissä tehdyt tehtävät
13. Materiaalit ja niihin liittyvät minitestit
14. Kotitehtävät (eli kirjoitelmat kurssin alussa ja puolivälissä sekä tämä kysely)
15. Vapaa sana

**Kurssipalautetta halutaan käyttää kurssin kehittämisen lisäksi myös tieteellisen tutkimuksen tekemiseen. Kurssin alussa kysyimme, haluatko luovuttaa tietosi tutkimuskäyttöön. Voit tarkistaa oman vastauksesi Weboodista. Jos olet muuttanut mieltäsi tietojesi tutkimuskäytöstä, voit ilmaista sen tässä. Jos et ole muuttanut mieltäsi tietojesi tutkimuskäytöstä, voit jättää molemmat vaihtoehdot valitsematta.**

16. Vastauksiani saa käyttää tutkimustarkoituksiin.

17. Jos sinuun saa ottaa yhteyttä mahdollisten tutkimushaastattelujen osalta, anna tässä sähköpostiosoitteesi: